

46  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

## CAMPUS ARAGÓN

**SISTEMA DE RADIO PUNTO - MULTIPUNTO  
MULTIPROTOCOLO UBICADO EN LA BANDA UHF QUE PODRA  
GARANTIZAR EL 99.5% DE DISPONIBILIDAD EN LOS MEDIOS  
DE COMUNICACIÓN, PARA LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS  
EN PUNTOS DE NEGOCIO DE LA INSTITUCION FINANCIERA  
"X".**

# T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**MIGUEL ANGEL MARTINEZ LUGARDO**

**ASESOR:  
ING. SILVIA VEGA MUYTOY**

**MÉXICO**

**1998**

267072

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Dedicatorias:**

a la:

*Universidad Nacional Autónoma de México  
Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
Campus Aragón*

Alma Mater

a mi asesor:

*Ing. Silvia Vega Muytoy*

Por su invaluable ayuda y dirección de este trabajo.

a:

*Roberto y Esperanza  
mis padres*

Por la vida y por su apoyo en los años difíciles.

*Roberto, Alfredo, José Luis, María, Malena, Susana, Alejandro y Teresa  
mis hermanos*

A su lucha diaria en esta vida,  
comparto con ustedes esta meta.

*Martha Elena  
mi esposa*

Por tu inmenso amor y apoyo desde siempre,  
porque esto fue posible gracias a ti.

*Miguelito y Mariana  
mis hijos*

Por ellos y para ellos.

**Tema:**

**CALIDAD DE SERVICIO.**

**PROBLEMA:**

Existe un índice medio de reclamos por la indisponibilidad de servicios de cajeros automáticos y servidores ubicados en puntos de negocio de la institución financiera "x", debido al medio de comunicación utilizado: red pública de tel-mex.

**HIPOTESIS:**

Mediante el uso de un sistema de radio punto-multipunto y multiprotocolo, ubicado en la banda UHF, se podrá garantizar el 99.5 % de disponibilidad para los usuarios de los servicios en puntos de negocio, de la institución financiera "x".

## CONTENIDO:

	Página
<b>I.- Descripción de la institución financiera "x".</b>	<b>1</b>
1.1).- Puntos de negocio de la institución financiera "x".	2
1.2).- Ventana de servicio requerida.	8
1.3).- Situación actual.	10
<b>II.- Radioenlaces.</b>	<b>14</b>
2.1).- Radioenlaces.	14
2.1.1).- Naturaleza y comportamiento de las ondas de radio.	14
2.1.2).- Modulación de ondas electromagnéticas.	20
2.1.3).- Cálculo de radioenlaces	24
2.1.4).- Equipo y accesorios utilizados en radio	27
2.1.5).- Equipo básico de medición y diagnóstico de RF.	36
2.2).- Espectro de frecuencias y banda UHF.	38
2.3).- Asignación de frecuencias en México.	41
<b>III .- Comunicación entre host y terminal.</b>	<b>45</b>
3.1).- Definición de host y terminal.	45
3.2).- Diferentes medios de comunicación entre host y terminal.	48
3.3).- Protocolos de comunicación.	64

<b>IV).- Análisis del problema</b>	<b>91</b>
4.1).- Análisis del problema de la institución financiera "x".	91
<b>V).- Propuesta de solución</b>	<b>107</b>
5.1).-Radioenlace punto-multipunto y multiprotocolo.	107
5.2).- Conexión de la red de radio al host de la institución financiera "x".	151
5.3).- Instalaciones físicas en los "sites" (sitios) de los radios.	157
<b>VI).- Análisis de la solución propuesta</b>	<b>171</b>
6.1).- Análisis de la disponibilidad del servicio.	171
6.2).- Análisis costo beneficio.	188
6.3).- Conclusiones.	192
<b>Glosario</b>	<b>193</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>199</b>

## CAPITULO I

En el presente capítulo se hablará de los servicios que ofrece una institución financiera y a cuales de ellos estará enfocado el presente trabajo. Se describirá brevemente la problemática que se vive actualmente entendiéndose así también la idea del sistema propuesto que pondrá solución a estos problemas y mejorará substancialmente el servicio que ofrece la institución financiera "x" (banco "x"). Por lo tanto, al término de este primer capítulo, tendremos ya definido y enmarcado el área y aplicación específicas que habrán de ser estudiadas en la presente tesis.

### **I.- Descripción de la institución financiera "x".**

Como todos sabemos, una institución financiera ofrece sus servicios a otras empresas para facilitarles operaciones transaccionales, obteniendo a cambio un margen de utilidad. Estos servicios no solo se ofrecen a empresas sino también a instituciones privadas, gubernamentales, pequeña y mediana industria, comercios y al público en general.

El obtener un margen de ganancia por brindar algún servicio obliga a cualquier empresa a entregar productos con la mejor calidad para poder crecer y continuar en el mercado.

Para poder garantizar un nivel competitivo, y aún más, la permanencia en el mercado, constantemente se están implantando nuevos productos, para facilitar a los usuarios cualquier tipo de operación financiera, utilizando para ello la tecnología de punta existente en el mercado (incluso internacional), en las áreas de computo y conmuta, así como la búsqueda de métodos administrativos que optimicen la utilización de todos los recursos.

En la actualidad, para este y para todo tipo de empresas, la palabra clave es "servicio". Se tiene que garantizar la satisfacción total del cliente (usuario), de tal forma que sea esta la llave de acceso a un mercado cada vez más grande, complejo y exigente.

La institución financiera ofrece sus servicios tales como: ahorro, inversión, mercado de valores, créditos, divisas, arrendamiento, factorajes, servicios en puntos de negocio, etc.

En este trabajo nos enfocaremos a uno de los servicios que atienden a un gran número de usuarios donde, lejos de pretender grandes volúmenes de capital, se ataca primordialmente la necesidad de contar con un acceso directo, seguro y en cualquier momento al procesamiento de información para pagos de nómina en las empresas, a través de un cajero automático; y pagos en centros comerciales, a través de tarjetas de crédito y débito. Nos referimos a los servicios bancarios en los puntos de negocio, que atienden a un gran número de usuarios, a nivel nacional y que están en un aumento constante y requiere además mayor calidad en el servicio.

En el siguiente párrafo definiremos lo que para la institución financiera "x" es un punto de negocio, esto es, el punto terminal de operaciones financieras o bien captación del mercado, tales como cajeros automáticos, sucursales, minisucursales, terminales de acceso a "Host", acceso telefónico, etc. Como es de suponerse, mientras más puntos de negocio se tengan y con un servicio cada vez mejor, se logrará la captación de un mercado mayor. Para el presente trabajo nos enfocaremos más a los puntos de negocio: cajeros automáticos y terminales en punto de venta, donde actualmente se vive una problemática en cuanto al medio de comunicación que existe el cual no es lo suficientemente confiable y debe ser sustituido por otro que garantice la disponibilidad de los servicios de la institución financiera "x". En otras palabras, lo que se requiere es que el cliente de la institución financiera "x" tenga el servicio en el momento en que lo requiere.

### **1.1).- Puntos de negocio de la institución financiera "x"**

Para la institución financiera "x", definiremos como puntos de negocio aquellos comercios o empresas donde esta institución tenga instalados puntos de venta (*point of sale pos*, y/o cajeros automáticos (*automatic teller machine atm*). Para fines de este trabajo, estos son los puntos de negocio a los cuales estará dirigido nuestro análisis sobre la problemática de los mismos y la solución propuesta.

Puntos de Venta "POS" (point of sale).

Con la aparición de las tarjetas de crédito en México, alrededor de los años 80's, se hizo necesario contar con herramientas de apoyo en los comercios afiliados para que se facilitaran y agilizaran las autorizaciones así como que dieran mayor seguridad en las operaciones (evitar fraudes) y por otro lado evitar sobregiros en las líneas de crédito autorizadas. Fenómenos que se presentaban por la demora al tener que llamar a un centro de autorizaciones, o por la operación tradicional de chequeo de boletín y operación contra límite de piso, respectivamente.

A esta herramienta se le llamo terminal en punto de venta, las cuales se instalan en un comercio afiliado a la tarjeta de crédito de un emisor (ej. institución financiera "x") y sirven para solicitar en forma automática al sistema de autorizaciones del banco emisor la autorización de una compra con tarjeta de crédito. Cuando se tienen mas de una terminal de punto de venta, se requiere de un equipo terminal para controlarlas localmente.

Al equipo terminal conectado en el comercio, se le denomina "servidor", el cual fue desarrollado para proporcionar el servicio de autorizaciones de tarjeta de crédito en tiendas departamentales y de autoservicio que cuenten con más de un punto de venta (es decir con más de una terminal lectora de tarjetas de crédito, con acceso directo a host para autorizar o declinar una operación) para agilizar el servicio. Actualmente este servidor es un equipo integral que cuenta con la captura y envío de operaciones en línea al host (equipo procesador de operaciones), para abonar al comercio y cargar a los tarjetahabientes.

El esquema actual de este enlace se ilustra en la figura 1.1.1, de la cual se desprenden las siguientes observaciones:

Primero: para un comercio, el cual sólo cuente con una terminal de punto de venta (lectora de tarjetas), no será necesario el servidor y por ende podrá recibir un tratamiento distinto al descrito aquí.

Segundo: el medio utilizado para enlazar el servidor con el host de la institución financiera "x", puede variar, es decir , puede ser distinto al mostrado en la figura 1.1.1.

Tercero: el servidor es un sistema de atención a terminales de punto de venta, en comercios que requieren de un servicio más ágil.

Cuarta: el servidor cuenta con un enlace directo al sistema de autorizaciones , para agilizar las transacciones en las cajas del comercio.

Estos tipos de enlaces se realizan a través de equipos de comunicación, como módem y radiomodems, y los medios utilizados son: líneas privadas, líneas conmutadas ( telefónicas) y radiofrecuencia. El análisis tanto de los equipos como de los medios de comunicación se realizará en los capítulos II y III del presente trabajo.

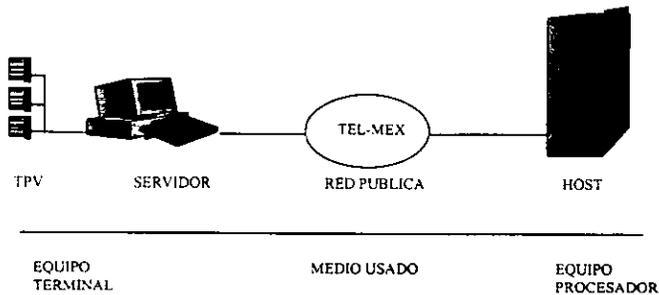


FIGURA 1.1.1

Cajeros Automáticos "ATM" (automatic teller machine).

De igual forma, con la aparición de las tarjetas de crédito, se comenzaron a instalar cajeros automáticos en centros comerciales y sucursales de los bancos, para atender a usuarios dentro y fuera de horarios de oficina y en lugares donde se requiere el servicio, sin necesidad de acudir al banco, para realizar operaciones básicas pero que son las de mayor demanda: retiros de efectivo, traspasos y pagos de servicios, así como solicitud de saldos en cuentas de tarjeta de crédito y cuenta de cheques.

Con el paso del tiempo la demanda de estos servicios se fue incrementando, de tal forma que los cajeros automáticos se instalaron no sólo en centros comerciales, sino que se desarrollaron paquetes financieros con los que se instalan cajeros automáticos en universidades, tiendas departamentales, y empresas. En estas últimas, se realiza un contrato de servicio entre las áreas de negocio del banco con las áreas de personal y administrativas de la empresa, para que el pago de nómina se realice a través de cajeros automáticos instalados en la propia empresa. Como es de imaginarse, el pago de nómina a través de un cajero automático en una empresa se vuelve algo muy delicado y para lo cual se requiere garantizar la completa funcionalidad de el servicio del cajero automático para evitar impactar al cliente y que se tengan problemas que incluso pueden convertirse hasta problemas de índole legal o bien provocar conflictos entre las empresas y los sindicatos de las mismas. De aquí se desprende la importancia de estos servicios.

Esta modalidad de pagos a través de cajeros automáticos en empresas ha tenido un gran auge y por lo mismo la demanda de un servicio cada vez mejor, es primordial para poder competir en el mercado.

El esquema actual de este servicio se muestra en la figura 1.1.2, de la cual se desprenden las siguientes observaciones:

Primero: pueden existir uno o más cajeros instalados en la empresa, y esto dependerá de la demanda del servicio.

Segundo: el medio utilizado para enlazar el punto terminal, en este caso el cajero automático, puede variar, es decir, puede ser diferente al mostrado en la figura 1.1.2

Tercera: el cajero automático instalado en una empresa, se conecta al host para proporcionar el servicio requerido por la misma (ej. pago de nómina), y normalmente no cuenta con ninguna sucursal bancaria cerca de él.

Cuarta: el atm debe contar con un enlace directo al host para permitir el procesamiento de las transacciones en línea (al momento que se realicen). Las cuentas de los usuarios, en esta forman se verán afectadas en el momento mismo en que se este realizando la operación, y así los usuarios siempre tendrán la información real de sus cuentas al momento de realizar cualquier consulta. Esta es la ventaja principal de tener un enlace directo: "en línea".

Al igual que los servidores que controlan las terminales punto de venta, los cajeros automáticos, afectarán las cuentas de los usuarios, por lo que se hace necesario contar con un medio de comunicación seguro y con una disponibilidad sumamente alta, de otra forma jamás se podrá garantizar el servicio que los usuarios requieren e invariablemente se ira perdiendo terreno en el mercado. Ya en los capítulos posteriores se hablará de los diferentes medios de comunicación posibles para estos equipos, y se realizará un análisis para determinar cual es el más apropiado.

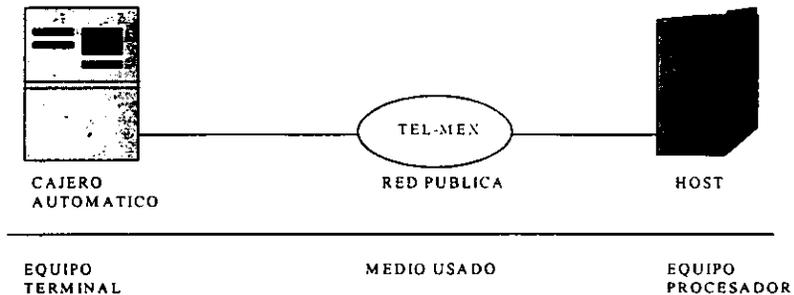


FIGURA 1.1.2

Tenemos así ya descritos los dos equipos terminales que se instalan en los puntos de negocio de la institución financiera "x", los puntos de venta pos y los cajeros automáticos atm.

A continuación definiremos lo que será la "ventana de servicio" y la "disponibilidad" que será el punto sobre el cual realizaremos las mediciones y lo que nos permitirá comparar la situación actual y los resultados obtenidos con la implementación del sistema propuesto en esta tesis.

Sobre la conexión de estos equipos terminales es sobre la cual tratara este trabajo, realizando el análisis de su estado actual y la propuesta de como mejorar el servicio en los mismos. Esta mejora se podrá medir sobre el tiempo real en el cual el punto terminal se encuentre en servicio sobre el tiempo requerido por el cliente del banco y es a lo que llamaremos "servicio real"

$$\text{servicio real} = \frac{\text{tiempo real en servicio}}{\text{tiempo requerido}}$$

y al servicio real multiplicado por 100 lo llamamos disponibilidad:

$$\text{disponibilidad} = \text{servicio real} \times 100 (\%)$$

No es difícil deducir que mientras mas se acerque la disponibilidad al 100 %, mejor será nuestro servicio. Ni tampoco que esto dependerá de la ventana de servicio requerida por las empresas con cajero automático o con servidor para terminales punto de venta.

Actualmente, como veremos más adelante, la disponibilidad del servicio de cajeros automáticos esta muy por debajo de lo requerido por la institución financiera "x", de hecho, esta muy por debajo de lo que cualquier cliente o usuario requiere como servicio. Podríamos decir de entrada que una disponibilidad por bajo de 99.5 % se calificará como mala. De ahí que la razón por la cual el sistema del presente trabajo deberá garantizar como mínimo el porcentaje de disponibilidad mencionado.

Para poder tener una visión mas real de lo que se pretende, debemos puntualizar que es lo que las empresas requieren y que es lo que en este momento se puede ofrecer, con los medios de comunicación actuales, para lo cual se definirá en los párrafos siguientes la ventana de servicio y se planteara la problemática inherente al medio utilizado.



Aquí valdría la pena mencionar que incluso para realizar trabajos de mantenimiento tanto a los equipos de comunicaciones como a los mismos medios, se usarán los horarios de las ventanas no críticas definidas anteriormente. En la mayoría de los casos se podrá lograr tal cosa, sin embargo veremos más adelante como para algunos componentes es necesario intervenirlos durante las horas de la ventana de servicio.

Con un simple cálculo aritmético, podemos deducir entonces que el 99.5 % de disponibilidad equivale a:

$$(99.5) (14) / 100 = 13 \text{ horas, } 55 \text{ minutos, } 48 \text{ segundos.}$$

En otras palabras, solo podrá permitirse que un servicio este fuera por espacio de 4 minutos con 12 segundos en un día.

De acuerdo a la ventana de servicio requerida que es de 14 horas; con el presente trabajo se propondrá un sistema que garantice el 99.5 % de disponibilidad, esto es que garantice 13 horas 55 minutos y 48 segundos de la ventana de servicio requerida por día, o bien:

$$390 \text{ horas} + 27 \text{ horas} + 30 \text{ mins.} + 24 \text{ mins.}$$

$$\text{Que nos da: } 417 \text{ horas y } 54 \text{ minutos por mes.}$$

Aunque las mediciones que se realicen, se harán mensualmente, las cuales nos dan:

$$\text{un total de: } 2 \text{ horas y } 6 \text{ minutos fuera de servicio, para no rebasar la meta del } 99.5 \text{ \%}.$$

Al llegar a este punto, cabe aclarar que esta disponibilidad del 99.5 % sobre la ventana de servicio requerida, solo se garantiza sobre el enlace de la comunicación, esto es, la indisponibilidad del servicio por fallas ajenas al sistema que se va a sugerir en el presente trabajo no imputará sobre el 99.5 % de disponibilidad propuesto.

### 1.3).- Situación actual

En esta sección se describe brevemente la situación actual debido al medio de comunicación utilizado, para enlazar los puntos terminales pos y atm. Ya en el capítulo IV se hará un análisis más profundo y detallado, con datos estadísticos de la problemática que vive la institución financiera "x", al tener conectados sus puntos de negocio por enlaces convencionales: líneas telefónicas y líneas dedicadas.

Es importante mencionar que los medios utilizados en la institución financiera "x" actualmente van desde líneas privadas y conmutadas, hasta algunos enlaces de radio en un esquema punto a punto, y el volumen de estos servicios es bastante considerable, y por otro lado la demanda sobre todo de cajeros automáticos en empresas es muy alta, lo mismo que la demanda de disponibilidad. Esto hace que la competencia en el mercado sea más difícil y se tenga que contar con mejores opciones para poder ganar terreno e incluso para permanecer en el mercado.

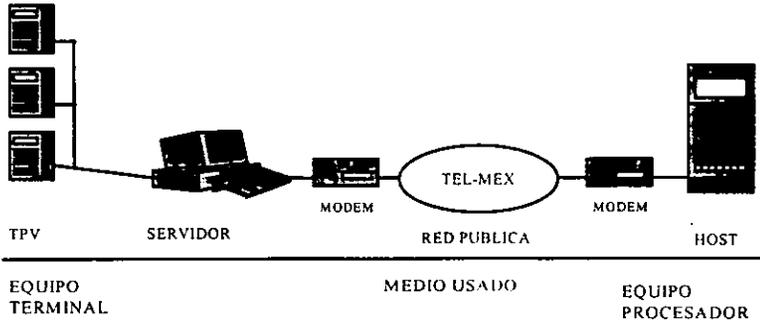
A continuación mostraremos algunos esquemas que nos darán una idea más clara de como se realiza un enlace de comunicaciones para conectar un punto de negocio de la institución financiera "x" al equipo central procesador "host", de la misma. También podremos darnos cuenta de que en realidad existe gran similitud entre todos los medios de comunicación, pues al final estamos hablando de un transmisor, un receptor y un medio de comunicación.

Para nuestro caso podríamos también mencionar que los medios actuales con los que están conectados los puntos de negocio de la institución financiera "x" van por "tierra", pues son líneas privadas y líneas telefónicas. La solución propuesta pretende enviar la señal por aire, pues se trata de radiocomunicación, a través de antenas.

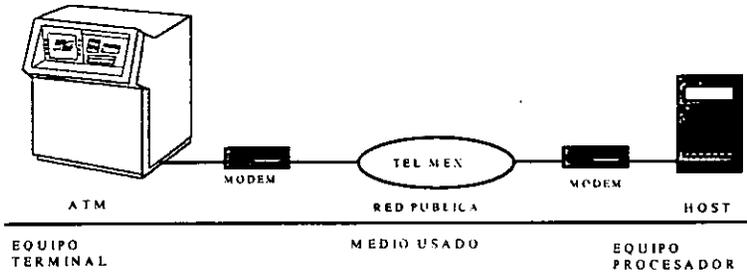
Por último vale la pena comentar que la solución propuesta esta pensada precisamente para puntos de negocio como los de la institución financiera "x" e incluso los de cualquier institución financiera que pudiera estar sufriendo los mismos problemas.

Como se menciono anteriormente, el diagrama de conexión de un punto de negocio, para el banco "x", es como el mostrado en la figura 1.3.1 del que destacan cinco partes anotadas en el esquema.

### ESQUEMAS ACTUALES



(a)



(b)

FIGURA 1.3.1

El enlace del host, que es el equipo que procesa toda la información y las operaciones financieras, con el punto terminal que en nuestro caso puede tratarse de un servidor para terminales punto de venta o un cajero automático, se realiza a través de la conexión por línea conmutada o bien el uso de líneas dedicadas, que se contratan con teléfonos de México, y en las cuales como se muestra en la figura 1.3.1 se instala un módem (equipo de comunicación) en cada extremo del enlace. Estas líneas conmutadas o dedicadas constantemente tienen problemas de desconexión, ruptura, degradación y humedad, debido a que la red pública de teléfonos de México en muchas partes del área metropolitana es ya muy vieja y esta saturada. Esto implica que cuando alguna de estas líneas llega a sufrir daño, el tiempo de recuperación de la misma puede tardar días o hasta semanas sin que se pueda tener al menos un respaldo para mantener el servicio en el punto de negocio. Esta situación impacta gravemente en el porcentaje de disponibilidad que requieren los usuarios del banco. Es necesario entonces buscar y evaluar un medio de comunicación alternativo, y el sugerido en el presente trabajo, se esquematiza en la figura 1.3.2.

Como se puede observar al comparar las figuras 1.3.1 y 1.3.2, los esquemas son muy similares, y en donde lo que cambia es el medio de comunicación utilizado y por ende los equipos de comunicación local y remoto. Para entender las ventajas de la comunicación vía radio, sobre la telefónica, en estas aplicaciones específicas, en los capítulos siguientes se describirá en que consiste la radio comunicación en la banda UHF y después las diferentes formas de comunicación entre un equipo central (host) y un equipo terminal.

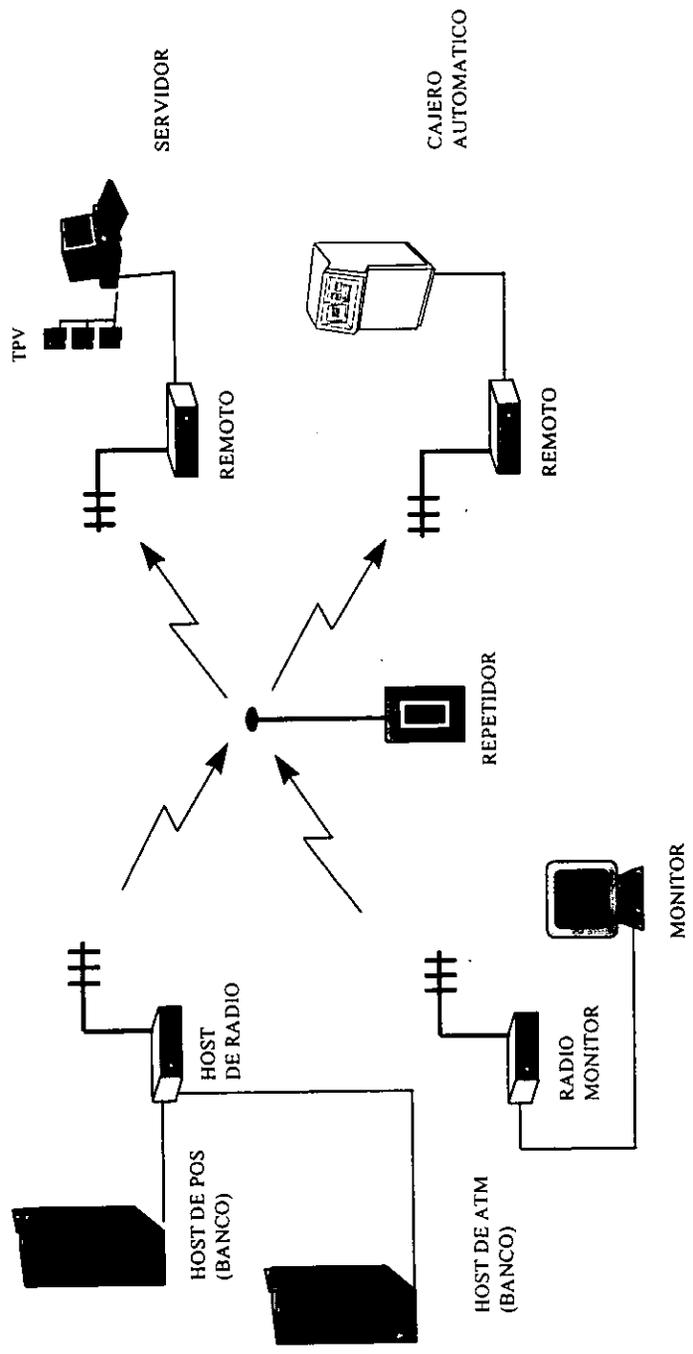
Comenzaremos hablando de los enlaces de radio, pues es este medio el que se utilizará para resolver los problemas de comunicación de la institución financiera "x". Estos enlaces se describirán como parte del marco teórico del presente trabajo y para entender con mayor claridad el mismo, de tal suerte que su análisis no será muy profundo ni mucho menos.

También podemos mencionar que hay otras posibles soluciones que resuelven el problema pero que de entrada no se tomarán en cuenta pues el costo de las mismas es muy elevado a parte de que la capacidad de las mismas estaría exageradamente sobrada para nuestras necesidades. Un ejemplo de las mismas podrían pensarse que son enlaces de radio punto a punto, o bien enlaces digitales sobre la red superpuesta de Teléfonos de México (DS0), que son canales a 64 kb/s, o incluso enlaces satelitales.

Todos estos resultaran ser muy costosos comparados contra los enlaces de radio que serán sugeridos en el presente trabajo y por lo tanto no se hará un análisis de los mismos, simplemente se hará mención de ellos en uno de los capítulos posteriores en donde se mencionarán sólo sus costos de instalación y de operación comparandolos con las topologías actuales y con la solución propuesta, y tampoco se mencionarán los aspectos teóricos de los mismos, ya que esto haría tomar otro enfoque al presente trabajo y lo desviaría de su objetivo principal.

Como ya se mencionó en un párrafo anterior, en el capítulo siguiente se hablará de los principios de la radio comunicación y los enlaces de radio.

**RED DE RADIO PUNTO MULTIPUNTO, MULTIPROTOCOLO, PARA PUNTOS DE NEGOCIO DE LA INSTITUCION FINANCIERA X**



**FIGURA 1.3.2 COMUNICACIÓN VIA RADIO**

## CAPITULO II

### 2.1 Radio enlaces

En este capítulo se hablará de los radio - enlaces, sin profundizar en las bases matemáticas, del electromagnetismo o modulación, por ejemplo, en virtud de que tan sólo el análisis y desarrollo de todos los principios y fórmulas nos ocuparía varios textos y el objetivo de este trabajo es, esencialmente otro. De tal forma que dividiremos este capítulo en tres subtemas, comenzando con las bases teóricas de los radio enlaces, siguiendo con una breve descripción del espectro de frecuencias y terminaremos con la asignación de frecuencias en México.

Todo lo que aquí se platique, aunque en forma superficial nos ayudará a comprender mejor el sistema que se sugiere en este trabajo para resolver el problema de la institución financiera "x". Así cuando hablemos de antenas, duplexores, coberturas en línea de vista, banda UHF, por mencionar algunos conceptos que en el Capítulo V se mencionen, tendremos una idea más clara de lo que se esta mencionando y de la operación de un sistema de radio punto multipunto y de como esta es la solución más apropiada para el problema que se planteo, a groso modo, en el Capítulo anterior.

#### 2.1.1 Naturaleza y comportamiento de las ondas de radio.

##### Radiación electromagnética

Al aplicársele potencia eléctrica a un circuito, se desarrolla un sistema de voltajes y corrientes en él, cuyas relaciones son gobernadas por las propiedades presentadas por el propio circuito, de esta manera el voltaje puede ser elevado o puede existir un defasamiento entre las formas de onda de voltajes y corrientes dependiendo del comportamiento de la impedancia presentada por el circuito. De manera similar, cualquier potencia que escapa hacia el espacio libre, se encuentra gobernada por las características del espacio libre. Si esta potencia escapa con un propósito determinado, se dice que ha sido radiada, y entonces se propaga en el espacio en la forma conocida como onda electromagnética.

En una onda electromagnética, un campo eléctrico cambiante produce un campo magnético cambiante, que a su vez genera un campo eléctrico y así sucesivamente se produce la propagación de la energía.

Toda distribución de cargas que cambia con el tiempo, y toda corriente que varía, pueden originar un campo magnético radiado. Sin embargo, sólo cuando los cambios son rápidos, ocurre que los campos radiados son lo suficientemente grandes como para llevarse una fracción apreciable de la potencia disipada en el sistema.

En la práctica, los campos radiados asociados con las corrientes variables son por lo general poco importantes, a menos que las variaciones contengan frecuencias superiores a los 100 Khz. Esta es aproximadamente, la frecuencia más baja utilizada para la transmisión comercial de ondas de radio. En el equipo sugerido en nuestro trabajos estaremos trabajando en la ventana de UHF, como lo podremos observar al analizar el espectro electromagnético de frecuencias.

El término "espacio libre" se refiere al medio ideal que no presenta interferencia con la radiación y propagación de las ondas electromagnéticas. Por lo tanto no presenta campos gravitacionales o magnéticos, ni cuerpos sólidos o partículas ionizadas. Como se mencionó anteriormente no existe en la realidad, sin embargo es utilizado ya que simplifica enormemente los cálculos relacionados con la propagación de las ondas electromagnéticas y es una buena aproximación para las condiciones de propagación para altas frecuencias.

#### Fundamentos de las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas son oscilaciones de tipo transversal, en estas ondas la interdependencia de los campos eléctricos y magnéticos se encuentra de manera directa en una onda electromagnética que se propaga a través del espacio, y se propagan en el espacio libre a la velocidad de la luz (299, 792, 500 m/s).

Debido a que en espacio libre no hay interferencias ni obstáculos, las ondas electromagnéticas se propagan uniformemente en todas las direcciones desde su punto de origen formando lo que se conoce como un frente de onda esférico. Podemos imaginar de esta manera que, conforme se propagan las ondas electromagnéticas van formando esferas concéntricas desde su punto de origen. En tal onda, el campo magnético que cambia con el tiempo se puede considerar, como ya se había dicho, que genera un campo eléctrico que varía con el tiempo, que a su vez genera un campo magnético y en la medida que el proceso se repite, la energía se propaga a través del espacio vacío a la velocidad de la luz. Por ejemplo las líneas de campo para una onda que se propaga hacia el lector (emergiendo de la página), se indican en la figura 2.1.1.1 Las direcciones de los componentes (E) y (H) son en todas partes perpendiculares. En una onda plana uniforme E y H descansan en un plano y tienen los mismos valores en todas partes de ese plano. Una onda de este tipo con E y H transversales a la dirección de propagación, se llama onda electromagnética transversal (figura 2.1.1.2).

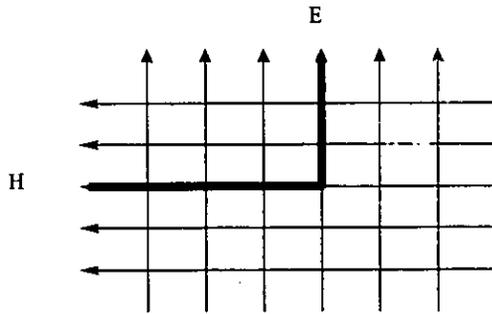
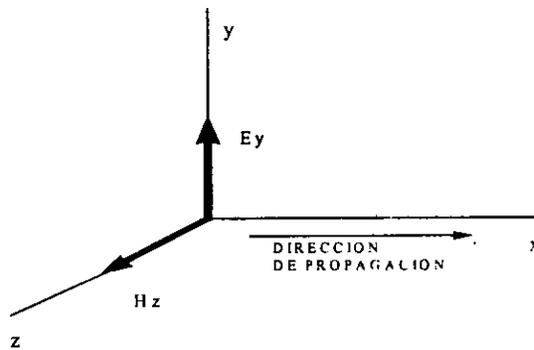


FIGURA 2.1.1.1 ONDA PLANA TRANSVERSAL

Por otra parte, si nos movemos a una distancia  $P$  del origen de la radiación, estaremos definiendo una esfera con una cierta área definida por el valor del radio  $P$ . Moviéndonos a un punto  $Q$  localizado a una distancia igual a  $2P$  del origen de la radiación, ahora estaremos definiendo a una esfera con una área de valor cuatro veces mayor a la anterior, de manera que la potencia de salida total de la fuente se ha repartido también sobre una área cuatro veces mayor al duplicar su distancia de la fuente (figura 2.1.1.3).



ONDA PLANA TRANSVERSAL

FIGURA 2.1.1.2

Lo anterior nos define una cantidad conocida como la densidad de potencia, la cual como se vio anteriormente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de su fuente.

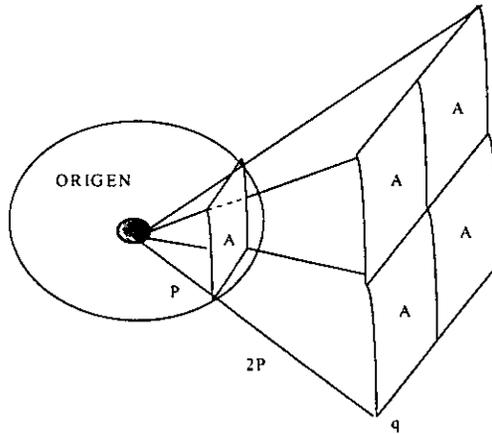


FIGURA 2.1.1.3 DENSIDAD DE POTENCIA

### Polarización

El término "polarización" se refiere a la orientación física de las ondas radiadas en el espacio. Se dice que las ondas se encuentran linealmente polarizadas si todas presentan la misma alineación en el espacio. De hecho, es una característica de la mayoría de las antenas, que la radiación que emiten es linealmente polarizada. Por ejemplo una antena colocada verticalmente sobre el plano de tierra, radiará ondas electromagnéticas cuyos vectores eléctricos serán verticales y permanecerán con esa misma orientación durante su propagación por el espacio libre. Si colocamos la antena en posición horizontal, paralela a la superficie de la tierra, se producirán ondas radiadas en el mismo sentido. Es posible también que las radiaciones producidas por una antena se encuentren polarizadas en forma circular o elíptica, lo cual significa que la polarización de la onda, rota continuamente en forma similar a un sacacorchos tradicional. En contra parte con esta idea, se tiene la polarización aleatoria, en la cual los componentes de la radiación no presentan una orientación preferente, como es el caso de las fuentes incoherentes como el sol o los focos incandescentes.

## Propagación de las ondas electromagnéticas

En el ambiente de la tierra, las ondas electromagnéticas se propagan en forma que no dependen exclusivamente de sus propiedades, sino que están determinadas por el ambiente mismo, y los diversos métodos de propagación dependen de la frecuencia de las ondas.

Las ondas viajan generalmente en línea recta, excepto cuando se encuentran con obstáculos como la tierra o la atmósfera que altere su trayectoria. Frecuencias por abajo de la banda de HF, viajan a lo largo de la curvatura de la tierra y, en algunas ocasiones llegan a darle la vuelta al globo terráqueo. El mecanismo seguido por esta señales es probablemente una combinación de difracción y un efecto tipo guía de onda el cual utiliza la superficie de la tierra y la capa ionizada inferior de la atmósfera como las paredes de la guía.

Entonces, por sus características, la propagación de las ondas puede ser:

- a).- Por la superficie terrestre (la onda de tierra)
- b).- En línea recta (la onda de línea de vista)
- c).- Hacia arriba a la ionosfera, regresando a la tierra (onda celeste).

Las tres formas anteriormente enlistadas se esquematizan en la figura 2.1.1.4. donde podemos apreciar como viajan estas ondas a través del globo terráqueo

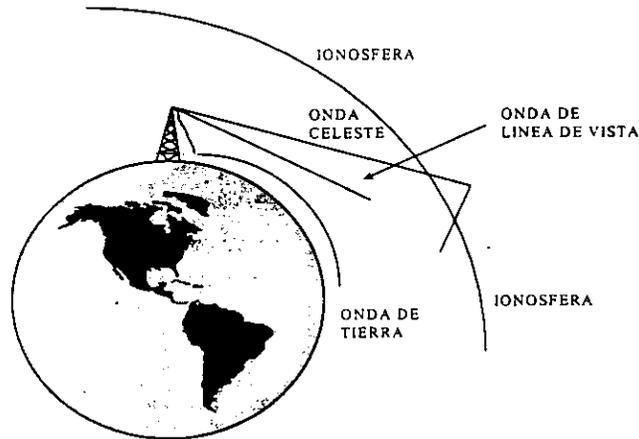


FIGURA 2.1.1.4 PROPAGACION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Es conveniente mencionar que en nuestro caso, es decir, para nuestro sistema, estaremos usando ondas de línea de vista.

La frecuencia de la señal es la que determina cual de estos modos es el que predomina, ver figura 2.1.1.5.

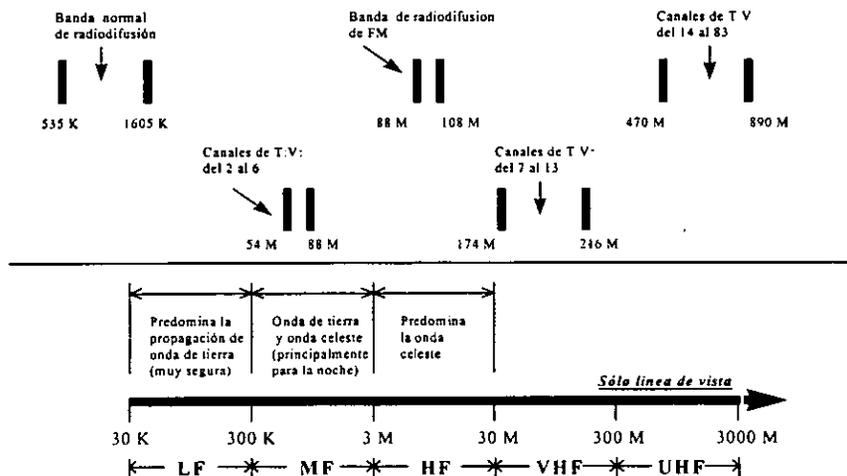


FIGURA 2.1.1.5 ONDA PREDOMINANTE DE ACUERDO A LA FRECUENCIA

La falta de efectividad de la onda de línea de vista consiste, como su nombre lo indica, en que está limitada por la línea de vista entre las antenas transmisoras y receptoras para ondas directas de línea de vista de modo que resulten efectivas.

Tenemos así, una fórmula para calcular la distancia entre dos antenas:

$$d = \text{raíz de } (2ht + 2hr)$$

en donde  $ht$  es la altura de la antena transmisora en pies,  $hr$  es la altura de la antena receptora en pies, y  $d$  es la distancia máxima en millas, sobre la cual puede tener lugar la comunicación entre ellas por medio de la onda directa de línea de vista.

Las ondas de tierra u ondas de superficie, permiten la propagación alrededor de la curvatura de la tierra y constituyen uno de los medios de comunicación mas allá del horizonte.

Cuando la propagación se lleva a cabo a frecuencias abajo de los 100 KHz (VLF) y sobre buenos conductores, como es el caso del agua de mar, la absorción por superficie y la atenuación debida a la atmósfera es pequeña por lo cual pueden cubrirse grandes distancias, inclusive comunicaciones transglobales si se cuenta con suficiente potencia de transmisión. A distancias superiores a los 1000 Kms. la onda de superficie es altamente estable, mostrando variaciones mínimas debido a efectos climatológicos y con variaciones en la intensidad de la señales muy gradual.

Los usos mas comúnmente asignados a frecuencias en estas bandas son comunicaciones marítimas y transmisiones de tiempo y frecuencias estándar debido a que las antenas de VHF son altamente ineficientes, se utilizan potencias extremadamente altas y torres de gran altura para lograr la comunicación en estas bandas (arriba de 1 Mw).

Las ondas localizadas dentro del rango de HF, y en ocasiones frecuencias ligeramente mayores o menores son reflejadas por las capas ionizadas de la atmósfera constituyendo ondas de cielo. Estas señales son radiadas hacia el cielo y son reflejadas nuevamente hacia la tierra más allá del horizonte. Con la finalidad de lograr la comunicación con receptores localizados en el lado opuesto de la Tierra, estas ondas deberán ser reflejadas entre la Tierra y la ionosfera varias veces. Así mismo, cabe mencionar que las ondas de tierra, ni las ondas de cielo son posibles en el espacio o en cuerpos sin atmósfera como la luna.

Las ondas con frecuencia arriba de las bandas de HF se propagan mediante las llamadas ondas troposféricas u ondas espaciales, ya que viajan en la troposfera, la región de la atmósfera más cercana a la superficie de la Tierra. Estas ondas dependen cada vez en mayor grado, conforme se incrementa su frecuencia, de condiciones de línea de vista para su propagación y por lo tanto su alcance esta limitado por la curvatura de la Tierra. Para este tipo de emisiones la atmósfera no representa un serio obstáculo y es fácilmente traspasada, permitiendo comunicaciones extraterrestres, hacia satélites o sondas espaciales. Para aquellas en que se depende de la línea de vista, se tienen en ocasiones que librar obstáculos urbanos como edificios, anuncios o otro tipo de construcciones.

### **2.1.2 Modulación de ondas electromagnéticas.**

El término modulación se refiere al proceso mediante el cual alguna característica de una onda senoidal de alta frecuencia (conocida como la portadora), es alterada de acuerdo a un valor instantáneo de una señal de frecuencia menor (conocida como la moduladora o mensaje). La amplitud, frecuencia o fase de la señal portadora pueden ser variadas por la onda moduladora, dando origen a modulaciones de amplitud, frecuencia o fase respectivamente.

El proceso de modulación es altamente complicado y su necesidad puede comprenderse con mayor facilidad si analizamos las alternativas posibles para llevar a cabo la transmisión de mensajes a través de un canal de radio: la transmisión de una señal moduladora o la utilización de una señal portadora. Si intentamos efectuar una transmisión de radio mediante ondas electromagnéticas de frecuencias correspondientes al espectro de audio, nos topamos con una serie de dificultades, entre las cuales tenemos principalmente las dimensiones de las antenas a utilizar. Para lograr una emisión eficiente, las antenas de transmisión y recepción deberían tener alturas comparables a un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia utilizada, a 15 KHz. esta dimensión es aproximadamente 5 000 mts. lo cual es irrealizable por completo. Otro argumento contra la transmisión a bajas frecuencias lo constituye el hecho de que el sonido se concentra en el rango de 20 Hz. a 20 KHz., de manera que las señales provenientes de diversas fuentes se mezclarían completamente. Con la finalidad de separar diversas señales es necesario efectuar su traslado a diferentes regiones del espectro electromagnético, con lo cual se supera también las dificultades de radiación poco eficientes a bajas frecuencias. Una vez que las señales han sido trasladadas, un circuito sintonizado es utilizado en la primera etapa de un receptor para asegurar la captación de la región del espectro deseada, eliminando todas las demás.

#### Modulación en frecuencia

La modulación en frecuencia se desarrolló originalmente para combatir el ruido molesto asociado con la señal deseada al emplearse la modulación en amplitud. Mucho del ruido apareció como una modulación en amplitud adicional en la señal.

Cuando se modula en frecuencia a una portadora la información se sitúa sobre ella variando su frecuencia y manteniendo fija su amplitud. Durante la recepción se eliminan las variaciones en amplitud antes de la demodulación sin afectar al contenido de la información que va en las variaciones de frecuencia, eliminándose así cualquier ruido que pudiera aparecer como una modulación en amplitud de la portadora, ver figura 2.1.2.1.

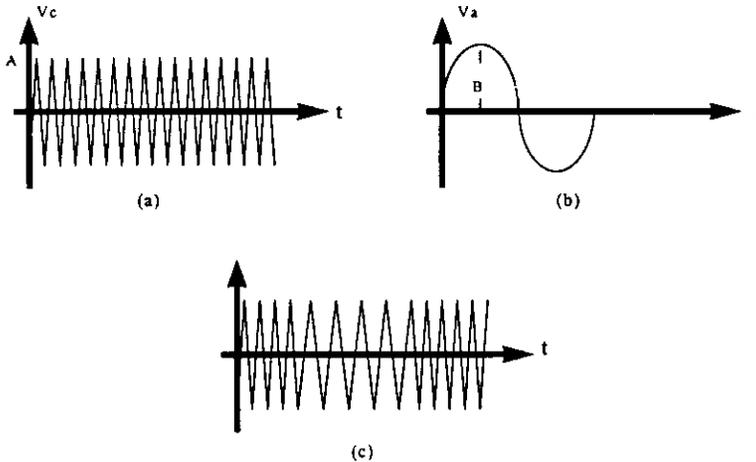


FIGURA 2.1.2.1 MODULACION EN FRECUENCIA.

El primer sistema práctico de FM fue puesto en operación en 1936 como una alternativa a las transmisiones en AM, en un esfuerzo por hacer la comunicación por radio más resistente al ruido.

En la modulación por frecuencia, el término "desviación", se refiere a la cantidad por la cual la frecuencia de la onda portadora es variada en forma proporcional de su valor no modulado (o frecuencia central), de acuerdo al valor instantáneo del voltaje de la onda moduladora. La razón en la que esta variación de frecuencia u oscilación del valor nominal ocurre, es igual a la frecuencia de la onda moduladora. Así, por ejemplo, en un proceso de modulación de frecuencia, todas las señales moduladoras con el mismo valor de amplitud desviarán la frecuencia de la onda portadora en la misma cantidad, sin importar sus frecuencias. Similarmente señales de la misma frecuencia desviarán la portadora a la misma razón en tiempo, sin importar los valores de sus amplitudes. La amplitud de la onda moduladora en frecuencia siempre permanece constante, lo cual es de hecho la mayor ventaja que se tiene en FM.

Características de una emisión de FM.

Las características que presenta un sistema de modulación de frecuencia pueden ser mejor comprendidas si se comparan con las presentes en sistemas más simples como la AM, así mismo se efectuará un desglose indicando las principales ventajas y desventajas de la FM.

Las principales ventajas de un sistema que utiliza modulación en frecuencia se enumeran a continuación:

1. La amplitud de una onda modulada en frecuencia es independiente de las características de la onda moduladora, mientras que la AM es independiente de este parámetro. Por otro lado, toda la potencia transmitida en FM es útil, mientras que en AM la mayoría de la potencia esta concentrada en la portadora, en la cual no se presenta ningún cambio indicativo de la modulación.
2. Existe un gran incremento en la relación señal a la ruido en FM, esto debido a que las frecuencias utilizadas para la transmisión en FM son menos ruidosas que sus contrapartes usadas para AM, y los receptores de FM pueden construirse con circuitos de función específica que pueden remover variaciones en amplitud causadas por el ruido.
3. Es posible reducir aún más el ruido presente en una transmisión, incrementando la desviación en frecuencia de la onda portadora.
4. Debido a las reglamentaciones en materia de comunicaciones, existe una banda de guardia entre las estaciones de FM, con lo cual existe menor interferencia entre canales adyacentes que en AM.
5. Los transmisores de FM operan en la banda superior de VHF y en la banda de UHF, donde la propagación se lleva a cabo mediante onda espacial, de manera que el alcance se encuentra limitado prácticamente a condiciones de línea de vista, por lo cual es posible tener varios transmisores operando en la misma frecuencia con menos interferencia que la que se obtendría con emisores en AM.

Sin embargo, la transmisión por FM presenta las siguientes desventajas:

1. Para condiciones de transmisión similar, se requiere un canal de mayor ancho de banda para FM que el requerido para AM.
2. El equipo para la transmisión y recepción de FM es más complejo que el de AM, por lo cual su costo es mayor.
3. Debido a que la recepción se encuentra limitada a la línea de vista, el alcance de FM es mucho menor que el de AM, requiriéndose equipos repetidores para lograr grandes coberturas.

En sistemas de comunicación de frecuencia modulada para transmisión de datos, se utiliza la llamada FM de banda angosta en las cuales el valor de desviación de frecuencia de la onda portadora se limita generalmente a 3 KHz, siendo el máximo valor permitido de 5 KHz.

Entre los sistemas que utilizan este tipo de comunicación tenemos los servicios de voz como ambulancias, policía, taxis, sistemas de control y monitoreo de plantas, telemetría y transmisión de datos.

Entonces podemos resumir los parámetros de operación para FM de banda angosta, en:

- Ancho de banda máximo permitido de 25 Khz.
- Desviación de frecuencia máxima permitida de 5 Khz. (recomendada: 3.2 Khz).
- Error en frecuencia, máximo recomendado: 1 Khz.

En el siguiente apartado se describirá brevemente el cálculo de un radioenlace, con la finalidad de tener clara la idea de los factores y variables que intervienen en el mismo. Sin embargo como veremos más adelante, en la práctica se realiza un estudio de cobertura y un estudio de línea de vista con equipos como un analizador de espectro de frecuencia. Estos equipos nos dirán con toda la certeza si el enlace es factible o no.

### 2.1. 3 Cálculo de radioenlaces.

Con la finalidad de poder determinar de una manera aproximada la posibilidad de lograr un enlace de radio, es conveniente efectuar como una primera aproximación, un cálculo de radioenlace utilizando un medio de propagación ideal y efectuando un ajuste posterior considerando las características reales del enlace.

Para facilitar las operaciones involucradas en el cálculo de un radioenlace, es necesario manejar todos los parámetros en decibeles:

En el sistema de transmisión, como la unidad que se utiliza, es frecuentemente el decibel (dB), y este se entiende como el logaritmo decimal (o vulgar) del cociente de dos potencias.

Las razones por las cuales se emplean los logaritmos son:

1. Se trabaja frecuentemente con valores de ganancia o pérdida, porque se limita a valores convenientes.
2. El logaritmo permite simplificar los cálculos de ganancia o pérdida, de tal manera que los productos se convierten en suma y las divisiones en restas, en el caso de las redes conectadas en serie.
3. La sensibilidad del oído humano se dice que no aumenta ni disminuye en proporción directa a la cantidad del estímulo; por lo tanto, es necesario emplear el sistema logaritmico para determinar su respuesta.

La unidad Bell se denomina como:

$$B = \log Pr/Ps$$

donde:

Pr = potencia de recepción

Ps = potencia de transmisión

Pero esta unidad es muy grande, por lo tanto, generalmente utilizamos la unidad de 1/10 de Bell, que se representa como:

$$M = 10 \log P_r/P_s = \text{decibel} = \text{dB}$$

por otra parte, si se toma una referencia de 1 mwatt, tenemos:

$$\text{dBm} = 10 \log P/1\text{mwatt}$$

Por otro lado, se conoce que:  $\ln P_r/P_s$  se llama Neper (Np).  
y esto se representa también como:

$$M = \frac{1}{2} \ln P_r/P_s \quad (\text{Np})$$

La relación entre decibel y neper es:

$$1 \text{ Np} = 8.686 \text{ dB}$$

$$1 \text{ dB} = 0.115 \text{ Np}$$

Continuando con lo que se venia explicando en el cálculo de los radioenlaces, tenemos que los parámetros involucrados en este cálculo, son los siguientes:

- Parámetros de ganancia (+)
- Potencia del transmisor (Pt)
- Ganancia de las antenas (Ga)
- Altura sobre el nivel de la superficie (Ht, Hr)
  
- Parámetros de pérdida
- Distancia entre estaciones (Dtr)
- Longitud de las líneas de transmisión (Lt, Lr)
- Tipo y número de adaptadores y conectores (Ct, Cr)
- Inserción de accesorios (It, Ir).

Tomando en cuenta estos parámetros, el cálculo de la propagación en el espacio libre nos dará como resultado el nivel de potencia esperado en la estación receptora en dB, y la ecuación total tendrá la siguiente forma:

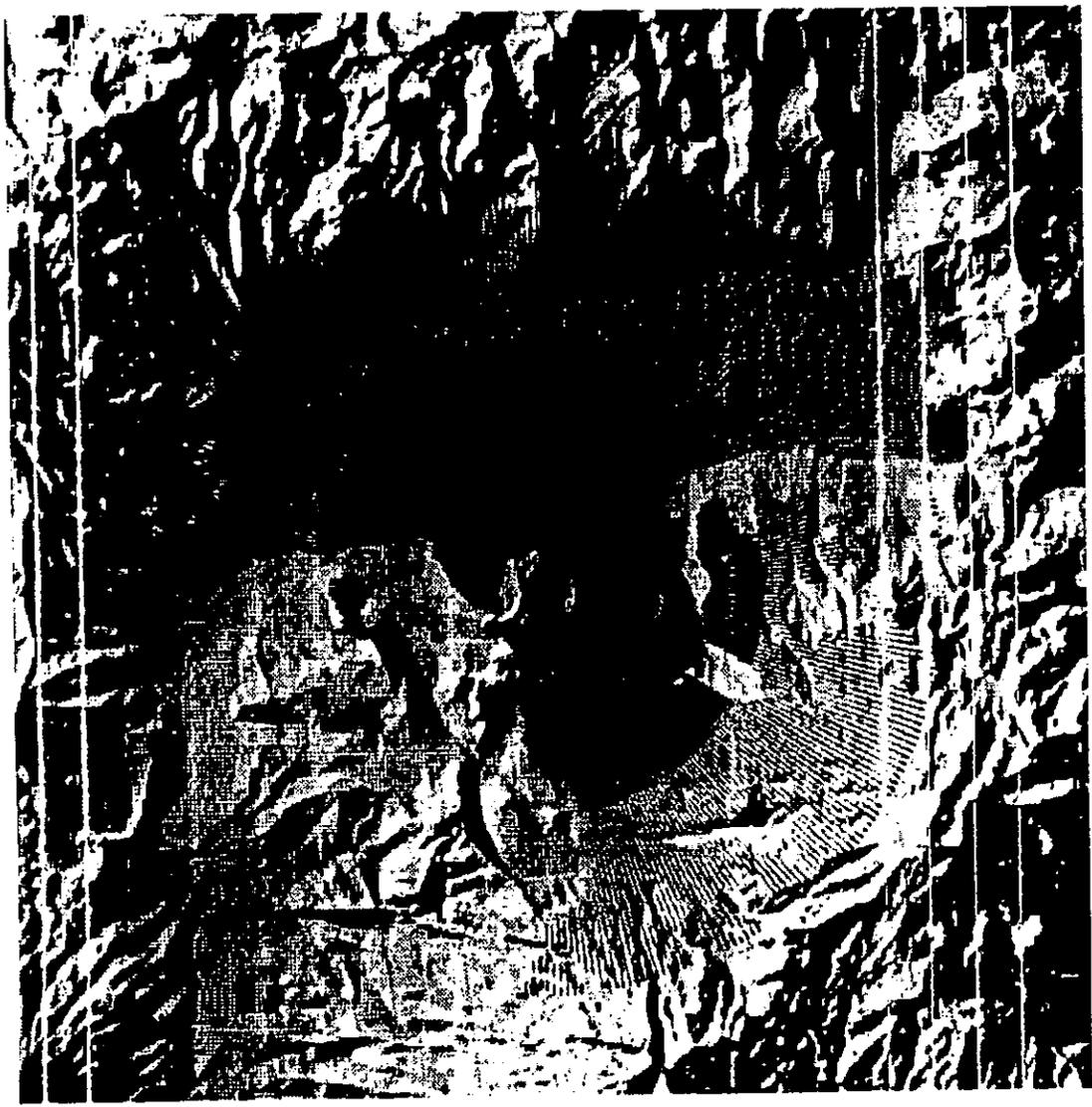
$$Pr = Pt \text{ (dB)} + Gt + Gr + 10 \log (Ht \cdot Hr / Dtr^2)^2 - Lt - Lr - It - Ir - 27.$$

Sin embargo, es común encontrar las características de sensibilidad de un receptor expresadas en función de microvolts (10E-6 Volts), por lo cual la expresión final de la potencia esperada en la estación se calcula como:

$$Pr \text{ (uv)} = 0.002 * Va \log (Pr \text{ (dB)} / 10)$$

La sensibilidad del receptor deberá ser por lo menos 5 veces mejor que el valor obtenido en las ecuaciones anteriores y dicho valor deberá adecuarse de acuerdo a los obstáculos o condiciones adversas a la propagación de las ondas presentes en la trayectoria del enlace. De los párrafos anteriores se desprende la importancia del uso de equipos y accesorios de buena calidad para lograr enlaces confiables y estables así como el efectuar procedimientos de mantenimiento y supervisión frecuentes para evitar interferencias con transmisiones en canales adyacentes.

En la práctica, para el enlace que estamos proponiendo, el fabricante de los equipos o el proveedor del servicio realiza un estudio de cobertura, donde determina en que y hasta que zonas del área en cuestión es posible el enlace. Un gráfico de este estudio se muestra en la figura de las siguientes páginas donde se observa un mapa topográfico con los círculos y sus respectivos niveles de recepción esperados. Además de esto como se verá en el capítulo V, "Propuesta de solución", se realiza un estudio para determinar la viabilidad del enlace en el punto remoto. Todos estos estudios se realizan con equipos que se describirán brevemente, en este mismo capítulo en los apartados siguientes. Los elementos que intervienen en el cálculo de un radioenlace se muestran en la figura 2.1.3.2



0 to -40 dB



-41 to -50 dB



-51 to -60 dB



-61 to -70 dB



-71 to -80 dB



-81 to -90 dB



-90 to -100 dB



**Kb/TEL**

Centro Regional  
Toluca

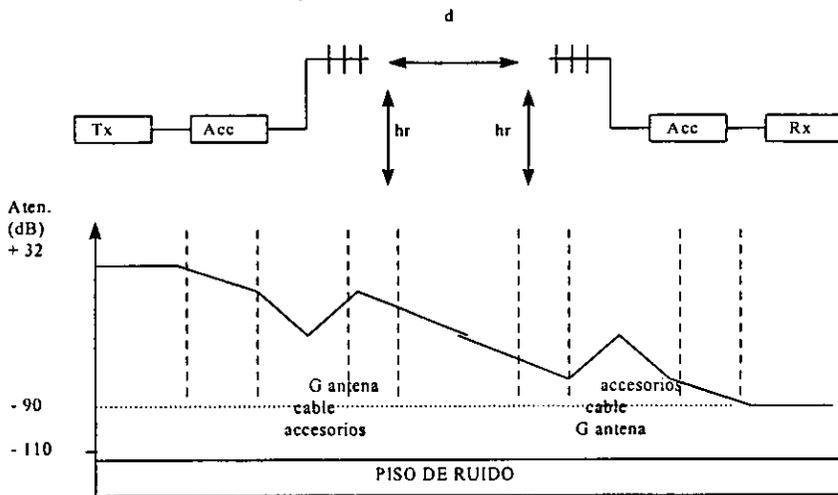


FIGURA 2.1.3.2 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE UN RADIOENLACE

#### 2.1.4 Equipos y accesorios utilizados en radio

En esta sección revisaremos los equipos y accesorios básicos, en forma breve, que se utilizan en un radioenlace. La profundidad del análisis está enfocado a dar una idea general, para que en capítulos posteriores entendamos mejor el sistema propuesto en este trabajo y la descripción del mismo, como solución y parte medular de la presente tesis.

Comenzaremos con la descripción de las antenas:

Mientras que las líneas de transmisión o las guías de onda están hechas normalmente de manera que la radiación se haga mínima, las antenas están diseñadas para radiar (o recibir) energía en la forma más efectiva que sea posible.

En la figura 2.1.4.1 se muestra una línea de transmisión de dos conductores, conectada a un generador o transmisor, de RF. A lo largo de la parte uniforme de la línea, la energía es guiada como una onda plana de modo TEM (onda electromagnética transversal) con poca pérdida.

El espaciamiento entre los conductores, se supone que es una pequeña fracción de longitud de onda. A la derecha, la línea de transmisión está abierta. Conforme la separación se aproxima al orden de una longitud de onda o más, la onda tiende a ser radiada, de manera que la línea abierta actúa como antena que lanza una onda al espacio libre.

Las corrientes en la línea de transmisión fluyen hacia la antena y terminan ahí, pero los campos asociados con ellas prosiguen. Para ser más explícitos, la región de transición entre una onda guiada y una onda en el espacio libre se puede definir como una antena. La antena se ha descrito como un dispositivo de transmisión. Como dispositivo receptor, la definición se invierte y una antena es la región de transición entre una onda en el espacio libre y una onda guiada. Entonces, "una antena es un dispositivo de transición, o transductor entre una onda guiada y una onda en el espacio libre o viceversa". Enunciada en otra forma, una antena es un dispositivo que sirve de enlace o acoplamiento entre un circuito y el espacio.

Todas las antenas tienen ciertas características que las diferencian unas de otras y son las siguientes:

- a) Patrón de radiación
- b) Ganancia
- c) Ancho de banda
- d) Impedancia
- e) Polarización

#### Patrón de radiación

El patrón de radiación de una antena es una representación gráfica en tres dimensiones de la radiación o distribución de energía de un radiador en función de la dirección.

En la práctica el patrón de radiación es calculado, medido y graficado en una serie de diagramas bidimensionales que nos proporcionan información sobre el ancho del haz, lóbulos laterales o secundarios y direccionalidad. El patrón de potencia de un radiador es una medida de la densidad de flujo de potencia en una dirección. La densidad de potencia en esa dirección será mayor comparada con la que se tendría si la antena fuera omnidireccional.

Otra forma de indicar esta concentración de energía en cierta dirección es mediante el término de ganancia de antena y se expresa como la relación entre la densidad de potencia radiada por la antena en una dirección específica, a la densidad de potencia que sería radiada por una antena isotrópica (intensidad de radiación en todas direcciones), medida a la misma distancia y transmitiendo a la misma potencia. Cuando esta razón, generalmente expresada en decibelios, es mayor que la unidad se dice que la antena es directiva.

### Ancho de banda de una antena

Se puede definir el ancho de banda de una antena como la propiedad de funcionar eficientemente dentro de ciertos límites de frecuencia, es decir, el ancho de banda se expresa en más o menos cierta frecuencia de la frecuencia central de operación de la antena.

Al diseñar una antena se desea que tenga una respuesta plana dentro de un intervalo de frecuencias de operación (ancho de banda). Un plano coordinado que muestre la respuesta de una antena tendrá siempre como abscisa la frecuencia y como ordenada un parámetro que sea función de la frecuencia, como por ejemplo: la impedancia, ganancia, intensidad de campo, etc. ver figura 2.1.4.2

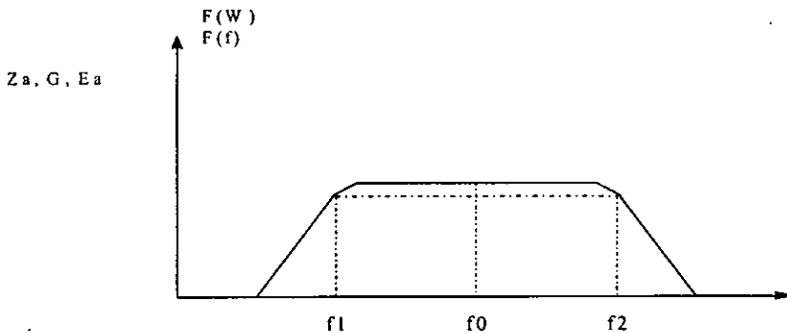


FIGURA 2.1.4.2 ANCHO DE BANDA DE UNA ANTENA

En otras palabras el ancho de banda expresa el rango de frecuencias sobre el cual la operación de la antena es satisfactoria, y se toma generalmente entre dos puntos en los cuales la potencia entregada por la antena ha disminuido al 50 % del valor nominal, y se expresan en Hz.

Por otra parte no es difícil deducir que si definimos la eficiencia de la antena como:  $N$  tenemos:  $\text{Eficiencia} = N = P_{\text{rad}} / (P_{\text{rad}} + P_{\text{perd}})$ ; donde para  $N = 1$  hablamos de un caso ideal y sabemos que en la práctica  $N$  tiende o debe tender a 1.

## Ancho del haz

Este término se refiere a la separación angular entre dos puntos con potencia del 50 % del valor nominal en el patrón de radiación. Este término nos da una buena aproximación del área de cobertura esperada al utilizar una antena en particular, figura 2.1.4.3.

Con frecuencia es necesario disponer de un medio rápido para comparar la directividad de las antenas sin que se tenga que hacer una comparación punto por punto sobre el patrón de radiación. Tal medio lo constituye el ancho del haz de la antena, que es el ángulo dentro del cual la potencia radiada está por encima de un medio de la que está en dirección más preferente (como se había mencionado), o bien puede decirse, que el ancho del haz, es el ángulo en el cual el voltaje desarrollado por la antena receptora se mantiene dentro del 70.7 % del desarrollado por ella cuando se le orienta hacia la dirección más preferente. Otra forma de describir los puntos de potencia mitad es refiriéndose a ellos como los puntos de 3 dB, puesto que la potencia mitad corresponde a - 3 dB en la escala de estas unidades, figura 2.1.4.3.

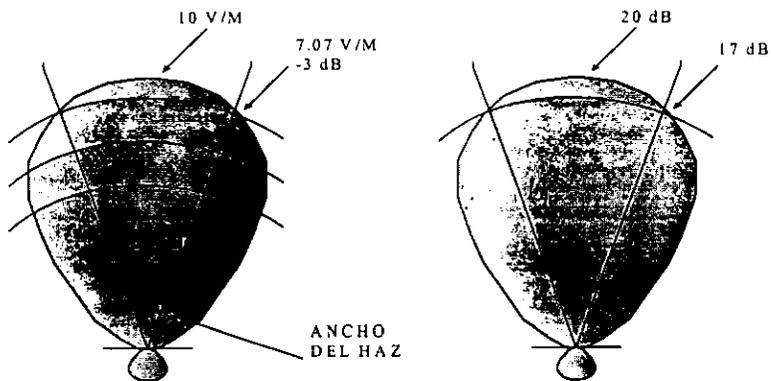


FIGURA 2.1.4.3 ANCHO DE HAZ

## Impedancia de operación de una antena

La impedancia de una antena determina la eficiencia con la cual actúa como transductor entre el medio de propagación y la línea de transmisión conectada al sistema que opera.

En la práctica es necesario considerar no sólo la impedancia propia de la antena sino también la impedancia mutua entre elementos de la antena, considerando además el efecto del plano de tierra y la cercanía de objetos. Si la impedancia de operación de la antena no acopla con la línea de Tx será necesario insertar un dispositivo acoplador que iguale las impedancias  $Z_o = Z_L$  y obtener máxima transferencia de energía. La impedancia de operación de una antena será notablemente afectada por su geometría y construcción. De aquí la importancia de las técnicas de construcción de antenas para lograr una impedancia de operación adecuada para las aplicaciones que se desean. En nuestro caso como veremos más adelante se utilizarán solo dos tipos de antenas: la omnidireccional y la direcciva (o antena yagui).

#### Polarización de una antena

La polarización en un movimiento ondulatorio es la variación, en función del tiempo, de la magnitud y dirección de dicho movimiento. Se dice que una antena está polarizada verticalmente cuando las líneas de campo eléctrico de la antena están perpendiculares a la superficie de la tierra. Cuando las líneas de campo eléctrico están paralelas a la superficie de la tierra, se tiene polarización horizontal. Sin embargo en muchos casos la polarización no es fija sino que gira y entonces se tiene la polarización circular y elíptica ver figura 2.1.4.4

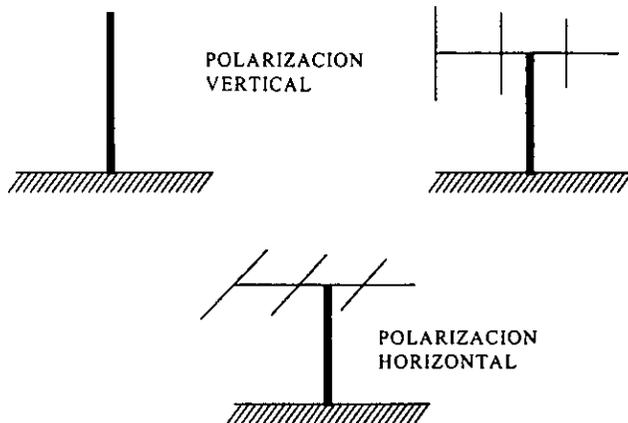


FIG. 2.1.4.4. POLARIZACION DE UNA ANTENA

En las siguientes páginas se muestran copias de los catálogos de los fabricantes, que resumen todas las características de las antenas que ellos venden, y que se pueden conseguir de acuerdo a las necesidades del enlace específico de que se trate. También se muestran igual copias de otros productos tales como: conectores, líneas de transmisión, cables, duplexores, etc. Para el sistema que se describirá aquí y que será el sugerido para demostrar nuestra hipótesis, se usará en los puntos remotos (radios remotos) una antena direccional la cual se conoce como una antena de haz y la cual se describe a continuación:

#### Antena de haz

Una antena de haz es aquella que tiene propiedades altamente direccionales y que en forma esencial emite un haz de radiación electromagnética.

A la antena Yagui-uda con frecuencia se le considera como una antena de haz dado su patrón de radiación altamente direccional, ver figura 2.1.4.5

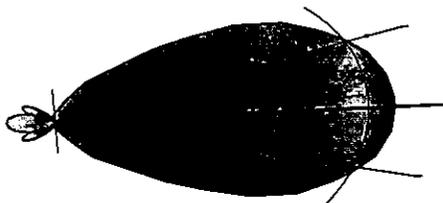


FIGURA 2.1.4.5 PATRON DE RADIAION DE UNA ANTENA DE HAZ

#### Duplexores, combinadores y multiacopladores.

El principio de operación de estos dispositivos se basa en el empleo de cavidades selectivas, por lo cual se comenzará este tópico con una explicación básica de lo que es y la función que realiza una cavidad selectiva.

Una cavidad selectiva es un dispositivo cuya función es muy similar a la de un filtro para radiofrecuencias. Este tiene la facilidad de permitir el paso de frecuencias localizadas en una banda angosta, mientras que, las frecuencias localizadas fuera de esta banda son atenuadas enormemente.



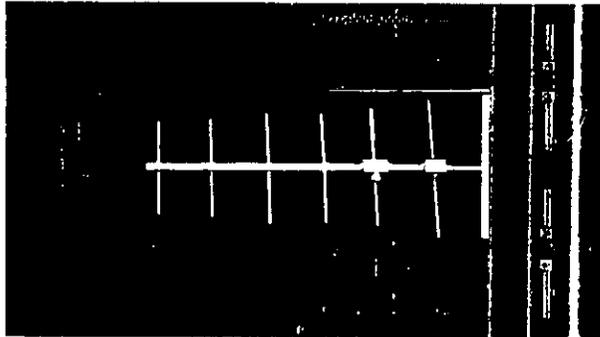
## DB436, DB437 DIRECTIONAL YAGI ANTENNAS DB438 10 dB GAIN, 406-512 MHz



These three heavy duty Yagis give highly directional coverage and good front-to-back ratios.

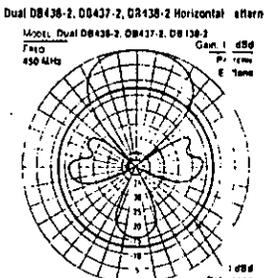
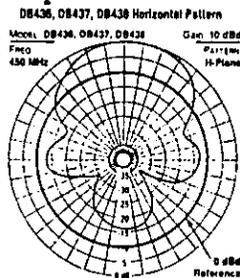
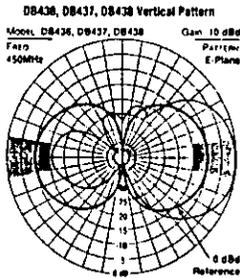
- **Sturdy Construction** - All three are made of high strength welded aluminum alloys. DB437 and DB438 have a gold anodized finish. On DB438 the connector is an N-Female boom mounted, while the others have N-Male pigtails.
- **Stacked Arrays** - Two antennas provide 13 dB gain and four antennas 16 dB gain. Polarization can be vertical or horizontal, and the antennas can be mounted side-by-side or vertically. One wavelength of vertical separation is recommended.
- **Bi-directional Pattern** - Antennas can be mounted on opposite sides of the tower if desired.
- **Lightning Resistant** - Protection provided by direct ground.

Ordering Information - Use model number for correct frequency. Mounting clamps are included. Order DB5009 for side-by-side mounting, DB5018 for quad. Other size clamps can be special ordered. Example: DB436-A for 406-420 MHz.



Base Antennas

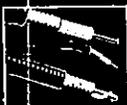
Gain	Order	Order
10 dB	1 ea. DB436, DB437, or	1 ea. DB438 Antenna
13 dB	2 ea. DB436, DB437, or 1 ea. 14436/7-2 Dual Harness	1 ea. DB438 Antenna 1 ea. 14438-2 Dual Harness
16 dB	4 ea. DB436, DB437, or 2 ea. 14436/7-2 Dual Harness 1 ea. 14436/7-4 Quad Harness	4 ea. DB438 1 ea. 15438-4 complete one piece Quad Harness



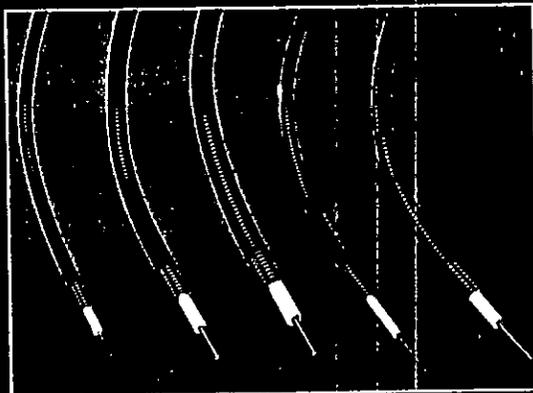
Electrical Data	
Frequency Ranges - MHz	A = 406-420, B = 425-445, C = 450-470, D = 470-494, E = 488-512
Bandwidth - MHz	Same as above
VSWR	1.5 to 1 or less
Normal impedance - ohms	50'
Forward gain (over half-wave dipole) - dB	10
Polarization	Vertical or horizontal
Maximum power input - watts	250
Vertical beamwidth (half power)	44°
Horizontal beamwidth (half power)	60°
Front-to back ratio - dB	16
Lightning protection	Direct ground
Standard Termination	Capitve Type N-Female on DB438 DB436 and DB437 have Type N-Male. If UNF connector is required, an adapter is provided.

Can be shipped by UPS.

Mechanical Data	
Support boom (aluminum) - in. (mm)	1 (25.4) OD with 083 (2.108) wall
Elements	Alun num
Mounting brackets	Galvanized steel
Maximum exposed area (flat plate equivalent) - ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	.45 (0.42) single, .90 (0.84)-2, 1.8 (1.7)-4
Lateral thrust at 100 mph (161 km/hr) - lbs. (kg)	18 (8.16) single, 36 (16.33)-2, 72 (32.6)-4
Wind rating:	
Survival without ice - mph (km/hr)	125 (201)
Survival with 5" (12.7 mm) radial ice - mph (km/hr)	90 (145)
Dimensions (HxL) - in. (mm)	14.5 (368.3)x35 (889) single, 40 (1016)x35 (889)-2, 90 (2286)x35 (889)-4
Flat weight - lbs. (kg)	7 (3.18) single, 15 (6.8)-2, 30 (13.6)-4
Shipping weight - lbs. (kg)	9 (4.08) single, 18 (8.16)-2, 40 (18.14)-4
Mounting clamps	Stainless steel V bolts



## HELIAX® Coaxial Cables



### HELIAX® Coaxial Cable Selection Guide - 50-ohm, Foam Dielectric

Nominal Size Catalog Pages	Standard Superflexible, FSJ Series			High Power/Plenum Superflexible, ETS Series	
	1/4" 373	3/8" 378	1/2" 382	1/4" 376	3/8" 380
<b>Standard Cables</b>					
Standard Black Jacket	FSJ1-50A	FSJ2-50	FSJ4-50B		
<b>Fire Retardant Cables</b>					
CATVX, VW-1, IEC 332-1	FSJ1RV-50A(*)	FSJ2RV-50(*)	FSJ4RV-50B(*)		
CATV, UL1581, IEC 332-3, IEEE 383	FSJ1RN-50A	FSJ2RN-50	FSJ4RN-50B		
CATV, UL1686 (Riser)	FSJ1RN-50A	FSJ2RN-50	FSJ4RN-50B		
CATVP, UL910 PLENUM, jacketed				ETS1-50T	ETS2-50T
CATVP, UL910 PLENUM, unjacketed				ETS1-50	ETS2-50
<b>Low VSWR Cables, Specially Tested</b>					
Standard Black Jacket	FSJ1P-50A(**)	FSJ2P-50(**)	FSJ4P-50B(**)		
Fire Retardant (CATVR), 824-894 MHz, 1.20 VSWR max.					
<b>Special Application Cables</b>					
High Power/High Temperature Phase Stabilized; Phase Measured MIL-C-28830 Qualified	p. 456	p. 456	p. 456	ETS1-50T p. 457	ETS2-50T p. 457
<b>Electrical Characteristics</b>					
Maximum Operating Frequency, MHz	20400	13400	10200	20000	13400
Peak Power Rating, kW	6.4	13.2	15.6	6.4	13.2
Relative Propagation Velocity, %	84	83	81	82	83
Minimum Bend Radius, in (mm)	1 (25)	1 (25)	1.25 (32)	1 (25)	1 (25)
<b>Attenuation, dB/100 ft (dB/100 m) Standard conditions: VSWR 1.0; ambient temperature 24° C (75° F).</b>					
30 MHz	0.98 (3.22)	0.85 (2.14)	0.56 (1.85)	0.98 (3.21)	0.66 (2.16)
100 MHz	1.81 (5.94)	1.21 (3.97)	1.05 (3.44)	1.80 (5.91)	1.23 (4.02)
450 MHz	3.83 (12.0)	2.68 (8.73)	2.32 (7.61)	3.69 (12.8)	2.73 (8.95)
1000 MHz	6.00 (19.7)	4.09 (13.4)	3.63 (11.8)	5.90 (19.4)	4.24 (13.9)
2000 MHz	8.73 (28.6)	6.01 (19.7)	5.41 (17.7)	8.52 (28.0)	6.32 (20.7)
6000 MHz	16.2 (53.2)	11.4 (37.4)	10.6 (34.8)	15.5 (50.9)	12.3 (40.4)
10000 MHz	21.8 (71.5)	15.6 (51.1)	14.7 (48.2)	20.7 (88.0)	17.1 (56.1)
<b>Average Power Rating, kW Standard conditions: VSWR 1.0; ambient temperature 40° C (104° F); inner conductor temperature 100° C (212° F).</b>					
30 MHz	2.28	3.97	5.76	5.48	9.89
100 MHz	1.23	2.14	3.09	2.98	5.31
450 MHz	0.567	0.975	1.38	1.38	2.38
1000 MHz	0.372	0.634	0.889	0.909	1.53
2000 MHz	0.258	0.431	0.598	0.629	1.03
6000 MHz	0.138	0.228	0.307	0.345	0.529
10000 MHz	0.102	0.166	0.220	0.259	0.381

\* Standard colors: black (-1); gray (-2); beige (-3); light blue (-4). Optional color matching to your specifications available.

\*\* Insert suffix number from specific cable Catalog page.

† See specific Catalog page.

Esta pequeña banda de frecuencias que pasan libremente se encuentran localizadas unos cuantos cientos de ciclos alrededor de la frecuencia resonante de la cavidad.

El mecanismo de operación de una cavidad selectiva se puede resumir en la siguiente forma:

Al introducir energía de RF por el conector de entrada de una cavidad se produce una excitación del circuito resonante formado por los conductores externo e interno de la cavidad, al mismo tiempo el conector de salida acopla la energía del circuito resonante hacia la salida. El circuito resonante esta formado por un conductor interno y un conductor externo de la misma longitud.

Para alterar la frecuencia de resonancia de la cavidad, es necesario modificar las dimensiones del conductor interno, lo cual se logra haciendo una porción de dicho conductor movable. Uno de los parámetros más importantes en referencia con la habilidad de filtrado de una cavidad es su selectividad. La selectividad es la facilidad de la cavidad para seleccionar una frecuencia y rechazar las demás. La banda de frecuencia que puede seleccionar una cavidad se encuentra centrada en  $f_0$ , la cual es la frecuencia central o frecuencia de resonancia a la cual esta ajustada la cavidad. Para frecuencias localizadas alrededor de la frecuencia central, existe muy baja atenuación (alrededor de 0.5 dB), mientras que para frecuencias fuera de la banda de paso, la atenuación comienza acrecer (de 20 a 50 dB, dependiendo de la separación de la frecuencia central y de las características de la cavidad).

Las características de una cavidad quedan determinadas por otros tres factores: el volumen de la cavidad, las pérdidas de RF internas y la frecuencia de operación.

El volumen de una cavidad depende de su longitud y diámetro. La longitud deberá tener como mínimo  $\frac{1}{4}$  de la longitud de onda de la frecuencia a la que se opera la cavidad, generalmente se toma de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{4}$  de la longitud del dispositivo.

Las pérdidas de RF están determinadas por los materiales utilizados en la cavidad, los cuales deberán presentar la menor resistencia a las frecuencias de operación. Generalmente se utilizan plata, cobre y aluminio como los materiales deseables para la construcción de estos equipos, dándoles un tratamiento adicional para prevenir la corrosión.

El volumen de una cavidad y sus pérdidas internas determinan el factor de calidad o la "Q" del equipo. Mientras más grande sea el volumen y menores las pérdidas, mayor será la calidad del equipo y se tendrá así mismo una mayor selectividad.

Finalmente, la frecuencia de operación de la cavidad depende del sistema en el que se esté operando. Para altas frecuencias las cavidades se vuelven cada vez menos selectivas. Esto se debe al hecho de que la selectividad de una cavidad es directamente proporcional a la frecuencia de operación e inversamente proporcional al factor de calidad del dispositivo.

Así, podemos incrementar la frecuencia de operación, pero no podemos incrementar en la misma relación la "Q" del equipo. Por lo tanto es más difícil ser más selectivo a altas frecuencias que a bajas frecuencias.

De lo anterior, podemos ver dos usos inmediatos para las cavidades: para incrementar la selectividad en la entrada de un receptor o para facilitar la salida de un transmisor, de manera que sus emisiones no interfieran con los equipos localizados en los canales adyacentes.

### Uso de duplexores

Los duplexores son sistemas resonantes que actúan como filtros supresores de banda o paso banda y son ampliamente utilizados en sistemas que involucran la transmisión y recepción de señales utilizando frecuencias diferentes. Un duplexor proporciona las siguientes ventajas:

- Aislamiento: Un duplexor proporciona un buen nivel de aislamiento entre transmisores y receptores, aún cuando se utilice la misma antena para dos equipos.
- Patrón de radiación: Sin el uso de duplexores, el sistema debería contar con dos antenas, que ocuparan dos posiciones físicamente diferentes, proporcionando áreas de cobertura probablemente diferentes. Con el uso de duplexores se asegura el mismo patrón de radiación tanto para transmisión como para recepción.
- Espacio en torre: Los locales para la instalación de antenas son escasos y se encuentran altamente concurridos. Es más fácil encontrar lugar para una antena que para dos, además de que los costos de la segunda antena y su cable se eliminan.

En este trabajo se verá que en el mercado hay sistemas que requieren el uso de duplexores pues trabajan con dos frecuencias (full duplex), una para transmisión y otra para recepción. Y se verá que también hay sistemas que trabajan con una sola frecuencia tanto para transmitir, como para recibir (half duplex)

### Combinadores y multiacopladores

Los duplexers también pueden ser utilizados para acoplar dos transmisores, dos receptores o dos estaciones simplex hacia una antena común. Ahora el duplexer se convertirá en un diplexer o combinador de frecuencias.

Generalmente se utilizan duplexores del tipo rechazo-banda, debido a su tamaño compacto, baja pérdida por inserción y sus características de aislamiento. Otros tipos de duplexores existen, pero todos comparten el principio de operación de los duplexores paso-banda, rechaza-banda o una combinación de los dos.

Algunos utilizan bobinas y capacitores en circuitos eléctricos y una combinación de características específicas de aislamiento. En la figura 2.1.4.6. se muestra el esquema de una cavidad resonante.

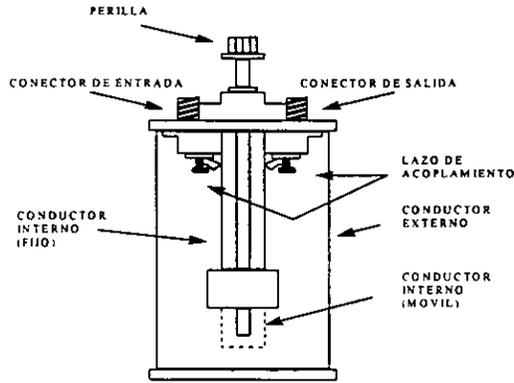


FIGURA 2.1.4.6 CAVIDADES RESONANTES

### Líneas de transmisión

Una línea de transmisión se puede definir como un dispositivo para transmitir o guiar energía de un punto a otro. La energía puede ser la iluminación, calefacción o para desarrollar trabajo, o puede estar en forma de señal (palabras, imágenes, datos, música, etc.). Algunos ejemplos se muestran en la figura 2.1.4.7.

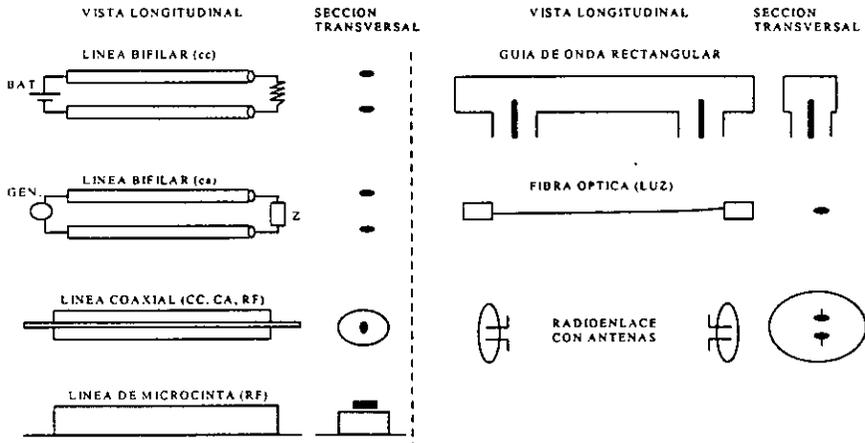


FIGURA 2.1.4.7 LINEAS DE TRANSMISION

Las líneas de transmisión son el medio de envío de potencia de un punto a otro no muy distante. Existen dos tipos básicos de líneas de transmisión, la línea de cables paralelos y la línea coaxial.

La línea de alambres paralelos es utilizada cuando se requieren propiedades balanceadas, como es el caso de la conexión de antenas de dipolo a receptores de T.V. La línea coaxial, por el contrario, es utilizada cuando se requieren propiedades desbalanceadas, como es el caso de interconexión de un transmisor a su antena aterrizada. También es utilizado en frecuencias de UHF y mayores para eliminar el riesgo de radiación por la misma línea de transmisión.

Cualquier sistema de conductores es capaz de radiar energía si la separación entre conductores alcanza la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de operación. Lo anterior es más probable para líneas de alambre paralelo que para líneas coaxiales, en la cual el conductor central está rodeado por el conductor externo, que se encuentra invariablemente aterrizado. Por lo anterior las líneas de alambre paralelo nunca son utilizadas para frecuencias de hasta 18 Ghz.

Dentro de cada uno de los diferentes tipos de líneas de transmisión, existe una gran variedad dependiendo de las aplicaciones. Las líneas pueden ser rígidas o flexibles, con dieléctrico de aire o diversos materiales, con conductores lisos o corrugados, etc. Diferentes diámetros y propiedades también están disponibles. Las líneas flexibles son más convenientes que las rígidas, sin embargo las rígidas pueden manejar potencias mucho más elevadas.

A continuación se hará referencia a las herramientas más comunes, en campo; usadas para realizar una instalación, un mantenimiento, o bien auxiliares en un estudio de línea de vista. Como se mencionó con anterioridad cuando un fabricante o proveedor entrega un servicio, también realiza los trabajos necesarios y con equipos a veces más sofisticados. Aquí se hará mención de dos de ellos que son los más comúnmente usados en la práctica: el monitor de servicio y el wattmetro.

## **2.1.5 Equipo básico de medición y diagnóstico de RF**

### **2.1.5.1 Operación y manejo del monitor de servicio.**

El monitor de servicio es quizá la herramienta más importante en los trabajos en campo para instalaciones y mantenimiento de equipos de RF. Un monitor de servicio tiene la capacidad de generar señales de RF así como recibir las mismas en un rango bastante grande, y sobre todo de entregarnos los valores correspondientes, en frecuencia, modulaciones, etc. de una señal de RF específica que nosotros estemos analizando dentro de todo el espectro.

Para tener una idea más clara de lo que podemos tener y las pruebas que podemos realizar, describiremos uno de los equipos más usados en los trabajos de RF, para el sistema que se propondrá en este trabajo: El monitor de servicio con analizador de espectro integrado (IFR 1200):

*Displays* (pantallas/indicadores): El monitor de servicio IFR 1200 incorpora una combinación de medidores analógicos y una pantalla digital fluorescente, para presentar las señales, así como los parámetros de operación de el instrumento. El uso de los dos indicadores (analógico y digital), lo hacen muy conveniente para operar el equipo en cualquier condición de iluminación.

*Generador de señal:* El generador de señal , es capaz de generar señales moduladas o no moduladas dentro de un rango de 250 Khz a 999.9999 Mhz. con un nivel a la salida que es ajustable desde 127 a - 20 dBm. La señal generada puede estar modulada en AM o en FM, con una fuente de modulación interna o por una fuente externa aplicada a través de un conector en el panel frontal. La fuente de modulación interna incluye una fuente de audio fijada a 1 Khz. y un generador de función variable en frecuencia. Las fuentes de señalización adicional incluye: 2 tonos, 5/6 de tono, DCS, DTMF, MTS, IMTS, y audio pulsado.

*Receptor:* El receptor es de triple conversión con una sensibilidad de 2 V capaz de monitorear portadoras de AM y FM dentro de un rango de 100 Khz. a 999.9999 Mhz. Las señales pueden ser recibidas del aire usando una antena externa, o por conexión directa a el puerto T/R del equipo. Otro modo de canal permite al usuario introducir números de canales para varios sistemas incluyendo celular, trunking (voz), teléfonos inalámbricos, T.V. por cable y banda civil de radio. Otra facilidad del monitor es que tiene la capacidad de almacenar hasta 99 frecuencias (RF) en memoria. Los recursos de medición disponibles en el receptor incluyen: errores de frecuencia (RF), frecuencia de error de audio, modulación, analizador de espectro y osciloscopio.

*Analizador de espectro:* Incorporado al monitor de servicio, es un analizador versátil en el espectro de 1 a 1000 Mhz /división hasta un Khz /división. La resolución en ancho de banda tiene un rango que va de 30 Khz y se selecciona con la perilla ("scan") de ancho de banda del analizador. Un generador tracking opcional habilitado provee la capacidad de hacer mediciones en equipos tales como filtros y duplexores.

#### 2.1.5.2 Wattmetro

Es un instrumento que mide con exactitud la potencia de salida o potencia reflejada, en líneas de transmisión coaxiales bajo cualquier condición de carga. Consta de tres elementos: una sección de línea "QC" (quick change), conectores para acoplar las líneas coaxiales, y un indicador analógico de las mediciones tomadas.

Estos elementos pueden ser intercambiados, de acuerdo a las necesidades del usuario, y de acuerdo también a que tanta potencia se este tratando de medir, a continuación describiremos brevemente cada una de estas partes intercambiables:

Sección de línea.- la sección de línea es para línea aérea coaxial de alta precisión de 50 Ohm diseñada para trabajar con inserciones de línea de transmisión , es decir para trabajar operando entre el transmisor y la antena o carga. Un socket (conector) es provisto en cada sección de línea con el rango de potencia (watts) así como el rango de frecuencia (Hz), con el que este puede operar, para que el usuario elija el deseado o bien el más apropiado a sus necesidades.

La sección de línea, en sus terminales, están equipadas con conectores tipo "QC".

Conectores tipo "QC".- la mayoría de las veces los wattmetros vienen provistos con dos conectores tipo "N" hembras. Sin embargo existen otros tipos de conectores disponibles en el mercado tales como: BNC, TNC, UHF, C, SC, LC, N, SMA, HN, LT, EIA, etc. por mencionar algunos. El usuario debe de revisar cual tipo es el que requiere (todos macho o hembra). Cualquier conector "QC" puede ser intercambiado cuando se esta trabajando en campo, sin afectar la calibración del instrumento.

Indicadores de mediciones.- el indicador es intercambiable, con tres escalas expandidas: 25, 50 y 100 miliamperes; con otra escala que permite también mediciones precisas y directas que van desde 100 mwatts hasta 10,000 watts.

Conectores acopladores (plug-in).- estos elementos son los que nos permiten operar el instrumento en un rango de potencia y de frecuencia específico. Con cualquiera de estos elementos se puede medir tanto la potencia de salida como la potencia reflejada. La dirección de la potencia que se este leyendo es indicada por la flecha. No hay necesidad de calibrar ninguno de estos elementos, pues ya vienen calibrados de fábrica.

En la siguiente sección hablaremos un poco del espectro electromagnético así como de la banda correspondiente a UHF en la que estará operando el sistema que aquí estamos proponiendo.

## **2.2 Espectro de frecuencia y banda UHF.**

Existen ahora pocas materias entendidas de manera tan meticulosa como el electromagnetismo y pocas que hayan tenido mayor aplicación práctica. Los motores y generadores eléctricos, el alumbrado y la calefacción eléctricos, los teléfonos, la radio, la televisión, el manejo de datos, la electrónica medida, el radar y los sensores remotos cambiaron completamente nuestra forma de vida. Ciertos satélites estacionarios de comunicación cubren ahora la tierra como si estuvieran montados en torres de 36,000 Km. de altura.

Y aún ahora, las sondas exploran el sistema solar hasta Saturno y más allá, respondiendo a las señales y enviando de regreso fotografías y datos aunque le tome a las ondas de radio más de una hora en recorrer la distancia en un sólo sentido.

Con telescopios tanto de base terrestre como en órbita, el universo es explorado hasta sus límites en todas las longitudes de onda electromagnéticas, desde las más cortas de los rayos gamma hasta las ondas de radio más largas.

Las figuras 2.2.1 a) y b) muestran el espectro electromagnético con longitudes de onda en escala logarítmica desde las más cortas de los rayos gamma hasta las ondas de radio de mayor longitud. Las longitudes de onda se expresan en unidades métricas. La capacidad atmosférica se muestra en la parte superior evidenciando las ventanas óptica y de radio.

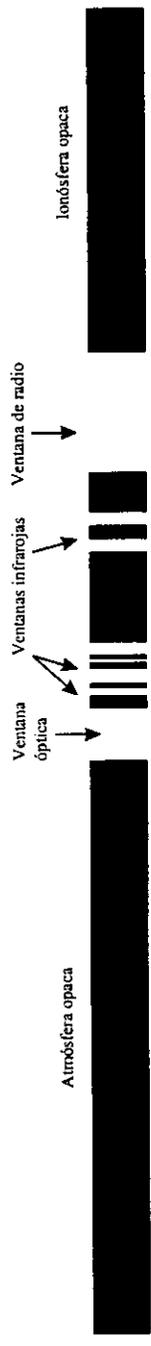
Para tener una idea más clara del espectro de frecuencia, hablaremos de algunos términos que ya se habían mencionado en las primeras páginas de este capítulo: frecuencia y longitud de onda. Para producir una onda de radiación electromagnética continua, una carga debe ser variada continuamente. El número de vibraciones o variaciones de la carga en un segundo, es llamada la frecuencia de onda resultante, y es medida en ciclos por segundo "Hertz" (Hz), después de haber sido este científico el primero en haber producido y detectado ondas de radio. La frecuencia más baja para nuestro interés anda alrededor de 150,000 Hz (150 KHz), las cuales son ondas largas de radiofrecuencia. La banda UHF de radio usa radiaciones de cerca de 100 MHz (o sea de 100,000,000 de Hz, mientras que la luz está en una frecuencia mucho más alta (600,000 GHz) y los rayos X mucho más aún (3,000,000 GHz).

Otra forma de distinguir los tipos de radiación electromagnética es por la "longitud de onda", que es la distancia entre dos crestas de la onda. Para cualquier tipo de onda, debe ser cierto que la velocidad de la onda es igual a la frecuencia por la longitud de onda. Se mencionó anteriormente que la radiación electromagnética viaja a diferentes velocidades en diferentes materiales, y así la longitud de onda debe también variar de acuerdo al medio por el cual está viajando la onda, ( $v = f \times \lambda$ ), la frecuencia es siempre constante. La "longitud de onda" de una radiación en particular, comúnmente está referida a aquella que debería tener en el vacío. Por ejemplo, la luz amarilla emitida por las lámparas de sodio tienen una longitud de onda de 589.3 nanómetros en el vacío (1 nanómetro es cien millonésimas de un metro, y es abreviado nm. Una longitud de onda suele estar dada en angstroms, donde 589.3 nm = 5893 Å). En el aire esta expresión se reduce a 589.1 nm, y en el vidrio, es sólo 388.6 nm. Las ondas de radio más grandes son de más de 10,000 m. (6 millas), mientras que las ondas más cortas (rayos gamma) son en longitud de onda menores que 0.001 nm, más pequeñas que un átomo (nótese que frecuencias bajas corresponden a grandes longitudes de onda, y altas frecuencias a longitudes de onda cortas).

*Ondas de radio.* Las ondas electromagnéticas más grandes que 1 mm, son conocidas como ondas de radio. Están subdivididas en grupos, tales como "very high frequency" (VHF) y "ultra high frequency" (UHF), dependiendo de su frecuencia.

Las ondas más largas que son detectables son llamadas VLF, y son ondas muy largas con longitudes de onda mas grandes que 10 Kms, y frecuencias más pequeñas que 30,000 Hz. En esta parte de la escala electromagnética viene más bien a ser impráctico el detectar las señales, las cuales son de una energía muy baja.

Los radiotransmisores trabajan sobre el principio de un rápido cambio de prendido y apagado de una corriente eléctrica ("switched on and off"). En cualquier momento en que una corriente eléctrica es activada (prendida) como lo es por ejemplo en una aplicación doméstica, un pulso de radiación electromagnética (una onda), es producida. Este es el principio de como trabajan los radiotransmisores: electrones son forzados a radiarse (a pulsar), es decir a variar en una frecuencia escogida, a lo largo de un transmisor aéreo (antena), la cual debe ser, para una mayor eficiencia de radiación, de una longitud igual a la longitud de onda de la onda a ser emitida. A continuación se mostrarán dos esquemas que ayudaran a comprender mejor la parte de radiofrecuencia dentro del espectro electromagnético. Figuras 2.2.1.a y b.



Absorción por gas interestelar

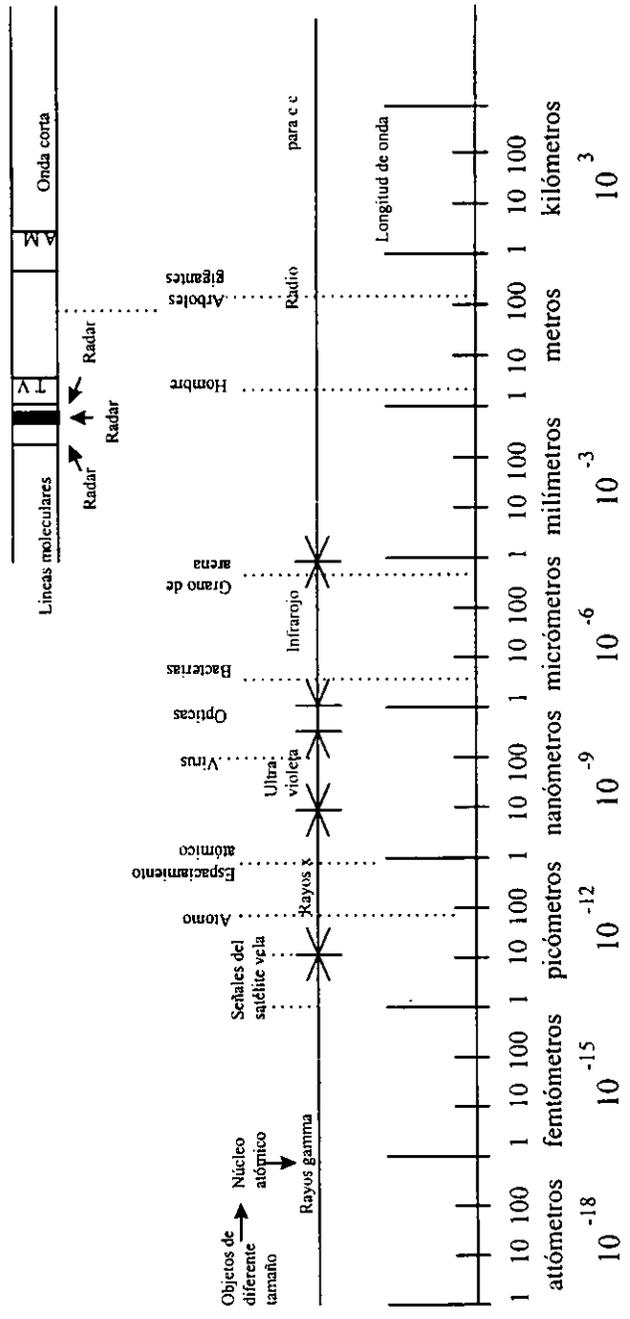


FIGURA 2.2.1a ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

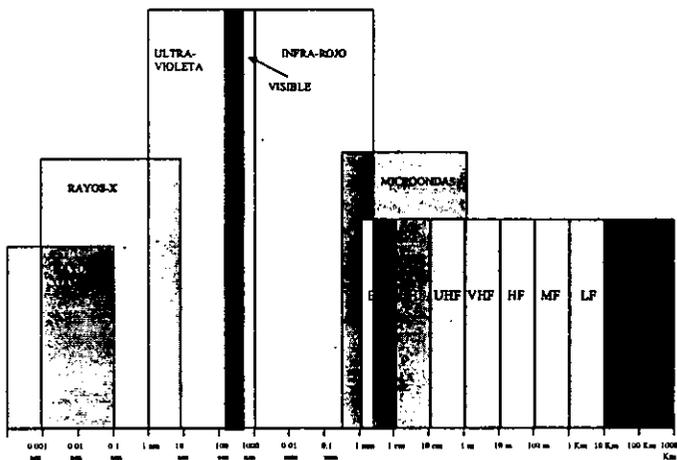


FIGURA 2.2.1.b ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

### 2.3 Asignación de Frecuencias en México.

A continuación describiremos el proceso o procedimiento que se tiene que seguir para lograr la asignación de frecuencias en México. Como es de imaginarse esto es necesario porque el sistema que estamos proponiendo en este trabajo operará con frecuencias en la banda UHF.

Anteriormente en México, aquella persona que requiriera alguna frecuencia o frecuencias para enlaces de radiofrecuencia, se presentaba en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes solicitando sus frecuencias, las cuales le eran asignadas presentando los siguientes datos (para enlaces en la banda UHF):

- tipo de enlace (punto multipunto)
- ubicación de la estación 1 (dirección)
- ubicación de la estación 2 (dirección)
- frecuencia de operación 1 (en Mhz.).
- frecuencia de operación 2 (en Mhz.).
- línea de Tx 1 (tipo de cable)

- línea de Tx 2 (tipo de cable)
- tipo de antena 1
- tipo de antena 2
- pérdida en línea de Tx1
- pérdida en línea de Tx2
- potencia nominal estación 1
- potencia nominal estación 2
- velocidad
- coordenadas de las 2 estaciones.

Y por otra parte realizando los trámites administrativos correspondientes, y el pago de la renta de estos servicios.

Describiremos a que se refiere cada uno de los puntos citados anteriormente, así como lo que sería el caso para el sistema propuesto en este trabajo:

*Tipo de enlace:* como se mencionó, se tiene que especificar si es un enlace punto a punto o un enlace punto multipunto, y si es full-duplex o half duplex. Para nuestro caso se trata de un enlace Punto Multipunto, esto es, una base o equipo que atiende a varios remotos o estaciones remotas.

*Ubicación de las estaciones 1 y 2:* se refiere a la dirección de cada uno de los sitios donde se ubican los equipos (calle, número, colonia, ciudad). Para nuestro caso todas las ubicaciones se encuentran dentro de las ciudades que se mencionan.

*Frecuencia de operación 1 y 2:* se requiere especificar las frecuencias de operación si es que se usa una o dos, de acuerdo a la forma de operar de los equipos instalados. Para nuestro sistema se utilizará una sola frecuencia.

*Línea de transmisión 1 y 2:* se refiere al tipo de cable usado en cada una de las instalaciones, cabe mencionar que en nuestro caso, para los equipos centrales se usará cable "heliac " (por tener una menor pérdida) y para los equipos remotos se usará cable "belden" (ambos cables son del tipo coaxial).

*Tipo de antena 1 y 2:* se refiere al tipo de antena usada para cada una de las estaciones. En nuestro caso, por ser un enlace punto multipunto, en el equipo central se instalará una antena omnidireccional y en los lados remotos se instalará una antena tipo yagui (direccional).

*Perdida en línea de Tx1 y Tx2:* se refiere a la pérdida en dB que tiene la línea en cada una de las instalaciones ya sea del punto central o bien del punto remoto. En nuestro caso la sensibilidad de los equipos, no nos permite tener un nivel de recepción a nivel de radio menor a - 80 dB para garantizar el enlace. En otras palabras y de acuerdo con el alcance y la línea de vista de el equipo central con una antena omnidireccional, la longitud de la línea de transmisión con heliax no deberá ser mayor a 60 mts. y para el caso de una línea de transmisión con belden, no deberá ser mayor a los 50 mts. (un análisis mas completo de esto se verá en el capítulo V).

*Potencia nominal de la estación 1 y 2:* se refiere a la potencia de transmisión en los equipos tanto centrales como remotos. Como veremos más adelante, los equipos del sistema Kb/NET en su etapa de RF se les puede ajustar por software la potencia de salida, esta puede ir desde 2 watts y hasta 5 watts. Como es de suponerse, para una estación central o "Base", se le programan 5 watts de salida. Para una estación "Remota", se le programa una potencia de salida de 2 a 3 watts, dependiendo de su distancia a la base.

*Velocidad:* se refiere a la velocidad de transmisión y recepción del enlace de radio (en nuestro caso el sistema es capaz de trabajar a varias velocidades, desde 4800 y 9600 bps).

*Coordenadas de las dos estaciones:* se refiere a la ubicación de las dos estaciones pero con coordenadas geográficas.

A partir de 1995 en una publicación del diario oficial de la federación del miércoles 07 de Junio de ese año, mediante un decreto sobre "Ley Federal de Telecomunicaciones", se informa que el uso de frecuencias del espectro electromagnético se realizará con la administración de terceros quienes lograrán la asignación a través de concursos de licitaciones públicas. Esto es mediante un concurso les serán asignadas a las empresas ganadoras, la administración de un cierto ancho de Banda del espectro electromagnético. De tal suerte que de querer lograr la asignación de alguna frecuencia para operar en cualquiera de las bandas del espectro electromagnético se deberá realizar esta solicitud de asignación mediante alguna de estas compañías.

Para el caso de la institución financiera "x", la situación realmente es muy sencilla debido a que ya se cuenta con frecuencias asignadas desde varios años atrás, por lo que no será necesario realizar trámite alguno sino más bien actualizar los tipos de enlaces y entregar los datos correspondientes a la nueva entidad gubernamental encargada de estos: la "COFETEL".

Las frecuencias con las que cuenta la institución financiera "x" para operar enlaces en la banda "UHF" y que le pertenecen desde hace ya varios años son: 497.000, 497.100, 502.000 y 502.1000 Mhz. La asignación de estas frecuencias es para operar enlaces de radio punto a punto, por lo que se deberá actualizar ante la COFETEL el tipo de enlace con el cual se estará trabajando y que es un enlace punto multipunto.

En pocas palabras lo anterior resume como es actualmente la asignación de frecuencias en nuestro país, sin embargo cabe mencionar que si se cuenta ya con alguna frecuencia asignada, esta ya no será reasignada y tan sólo se deberá actualizar o regularizar si es que fuera el caso.

En el siguiente capítulo hablaremos de la conexión entre equipos centrales "Host" de la institución financiera "x", y el sistema que estamos proponiendo en este trabajo.

## CAPITULO III

En este capítulo hablaremos de dos términos, principalmente, lo que definiremos como "host" y lo que definiremos como "terminal". Veremos que estos son parte de un proceso de flujo de información y por lo tanto de un proceso de comunicación. Una vez comprendido este proceso de comunicación presentaremos nuevamente el diagrama que representa el trabajo sugerido en esta tesis y el cual se hará hasta este punto más claro y se comprenderá mejor el objetivo de nuestro tema.

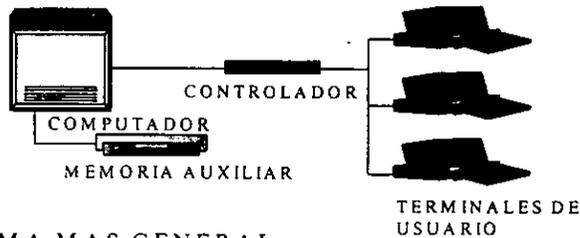
### Comunicación entre "Host" y "Terminal".

#### Introducción

Las comunicaciones juegan un papel muy importante en nuestra vida, ya que siempre estamos involucrados en alguna forma de comunicación. Una conversación telefónica, leer el periódico, enviar una carta, asistir a una conferencia, mirar un programa de T. V., un radio enlace, etc., son sólo algunos ejemplos de las innumerables formas de comunicación existentes. En cualquiera de los ejemplos anteriores, el proceso de comunicación involucra tres elementos básicos: la fuente que genera la información a transmitirse, el medio de comunicación o canal por donde se deberá enviar dicha información y el receptor o destino de la misma. Estos tres elementos básicos conforman lo que se conoce como un sistema de comunicaciones. No obstante los sistemas de comunicaciones y la información que manejan pueden tomar múltiples formas, el objetivo común es la transferencia de la información generada por la fuente de un punto a otro. El tipo de información que se va a manejar define de alguna manera el tipo de elementos que van a conformar el sistema de comunicación de datos; datos que representan operaciones transaccionales entre los usuarios de tarjeta de crédito y débito en cajeros automáticos ("ATM") o bien servidores ("POS") al recibir una autorización de cargo en una terminal punto de venta en un comercio afiliado. Definiremos en seguida al "host" y al "terminal" en un sistema de comunicación de datos.

#### 3.1.- Definición de "Host" y "Terminal".

La comunicación o transmisión de datos es una área específica de las comunicaciones donde la información que se maneja se conoce usualmente como mensajes o datos. En este caso la fuente, el canal y el receptor, se combinan para formar lo que se conoce como "Sistema o redes de Transmisión o Comunicación de Datos", estos últimos términos por lo general sugieren la idea de comunicación hombre - máquina o máquina - máquina, como se observa en la figura 3.1.1



UNA FORMA MAS GENERAL:



FIGURA 3.1.1 COMUNICACIÓN DE DATOS

El objetivo común siempre es el mismo, transportar información de un punto a otro. El seleccionar un sistema de comunicación de datos en particular dependerá de factores tales como: "confiabilidad" del medio que llevará a cabo la transferencia de información; la rapidez con que esta se realice, el costo de envío de la información, la disponibilidad en todo momento del sistema para ser utilizado y la privacidad con la cual se maneje la información. Para una aplicación en particular será necesario evaluar que medios serán los más adecuados para implantar un sistema de comunicación de datos. En uno de los capítulos subsiguientes se mostrará que para la aplicación de cajeros automáticos y puntos de venta en puntos de negocio de la institución financiera "x", el medio más apropiado es la radiocomunicación.

Por otra parte, la convergencia de las comunicaciones y la computación ha permitido el rápido desarrollo de la comunicación de datos, dando la posibilidad de transportar las bases de datos hacia la gente, es decir a los usuarios, así como los servicios, financieros, en nuestro caso.

Cualquier red de comunicación de datos involucra una colección de elementos, entre ellos una o varias computadoras, llamados Anfitriones ("Host") que procesan la información y que están al servicio de usuarios.

Los anfitriones o "host" de una red proveen los servicios principales a los usuarios tales como potencia de cómputo, control de acceso a bases de datos, acceso a bibliotecas, programas, etc. Estos procesadores pueden compartir recursos como espacio en memoria, programas, tiempo de procesador, periféricos, etc. En este punto podemos decir que para nuestro caso, los "host" constituyen la red externa de datos. Y tenemos una red interna que es la red de radio. Observando la figura 3.1.2 comprenderemos mejor esta idea.

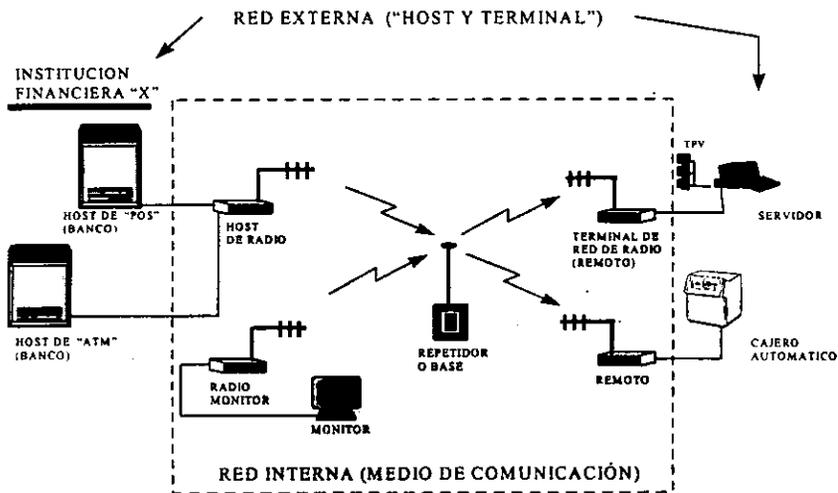


FIGURA 3.1.2 RED EXTERNA E INTERNA

Nuestra red, como muchas otras, involucra desde luego otros elementos asociados como son diversos tipos de terminales, modems, concentradores, multiplexores, etc.

Hasta este momento hemos definido lo que entendemos como "host" (anfitrión). Sólo para reafirmar la idea transcribiremos la definición que hace un importante fabricante de hardware en el mundo, cisco system :

Host: *"Computer system on a network. Similar to the terms device or node except that host usually implies a computer system"*.

Sistema de computadoras en una red. Similar a los términos equipo o nodo, excepto que el host usualmente implica un sistema de computadoras (al menos un computador).

Por otra parte un "terminal", será una estación remota desde la cual se podrá acceder al "host" para actualizar, modificar, alterar o intercambiar datos de los archivos o procesos del host. Un "terminal" puede ser entonces una unidad remota de acceso al "host" de algún tipo: teletipo (telex), una estación remota simple (terminal tonta), un FEP (front end procesor), o incluso otro computador más pequeño (por ejemplo una PC con una emulación de terminal). Todos ellos conectados con la apropiada interface de comunicación.

No es difícil comprender en este momento que para nuestro caso el "host" serán todos aquellos computadores de la institución financiera "x" que procesarán toda la información necesaria para actualizar, modificar, o alterar las cuentas de los tarjeta habientes, usuarios de las tarjetas de crédito y débito de la misma institución financiera "x".

Y, que por otro lado, el "terminal" será, según sea el caso, el cajero automático (ATM), o bien el servidor que estará controlando a varias terminales punto de venta.

También podemos hacer varias anotaciones que nos llevarán en este momento a comprender la idea de "host" y "terminal", partiendo de la anterior figura 3.1.2, además de lo que hay en medio de estos dos equipos es: el medio de comunicación. Precisamente en la siguiente sección estaremos hablando de los diferentes medios de comunicación entre un equipo computador y una terminal remota. Se presentarán algunos ejemplos los cuales serán el preámbulo para hablar del siguiente tema: protocolos de comunicación.

### **3.2 Diferentes medios de comunicación entre "host" y "terminal"**

Ya hemos hablado de que existen diferentes medios de comunicación entre el equipo procesador "host" y el equipo "terminal". Por ejemplo para el caso de la institución financiera "x", la comunicación entre estos dos equipos se realiza actualmente por medio de líneas dedicadas o líneas conmutadas de la red pública telefónica del país (Tel - Mex). Aunque este no es el único medio posible, se demostrará aquí que tampoco es el más confiable ni el más apropiado en una relación costo beneficio.

El enlace más simple entre un "host" y un "terminal" sería un cable directo desde un puerto de salida del host (o puerto de comunicación), a un equipo controlador que sería capaz de manejar varias terminales. Pero para un enlace remoto, en una transmisión analógica, se usan dos equipos intermedios llamados modems, como habíamos mencionado en el capítulo I, figura 3.2.1

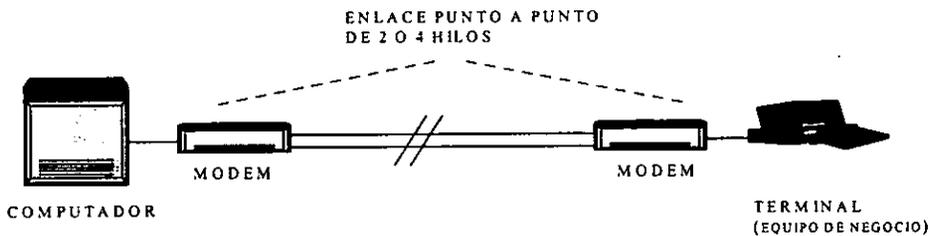


FIGURA 3.2.1 ENLACE DE MODEMS PUNTO A PUNTO.

El módem de transmisión (data set), convierte la información digital de la fuente, "host", en una señal eléctrica apropiada para ser transmitida sobre la línea de comunicación. El módem de recepción convierte la señal de la línea de comunicación en el formato digital requerido para ser asimilado por el equipo del negocio, "terminal". Es conveniente mencionar que la línea de transmisión puede ser lo que se conoce como línea dedicada (leased line), o bien línea telefónica (dial-up). En el caso de la línea telefónica, esta será usada para la transmisión de datos sólo cuando esta sea requerida, cuando no, seguirá siendo usada como línea telefónica normal, o bien siempre estará en uso por el enlace de datos.

La línea dedicada, siempre mantendrá el enlace, lo que se conoce como portadora siempre presente (constante), aunque la comunicación o aplicación este activa o no. Cabe mencionar que existen algunas configuraciones, y equipos, que permiten tener un respaldo entre estos dos enlaces. Siendo el enlace principal el de la línea dedicada, y en caso de falla de esta, se respalda por la línea conmutada. Figura 3.2.2

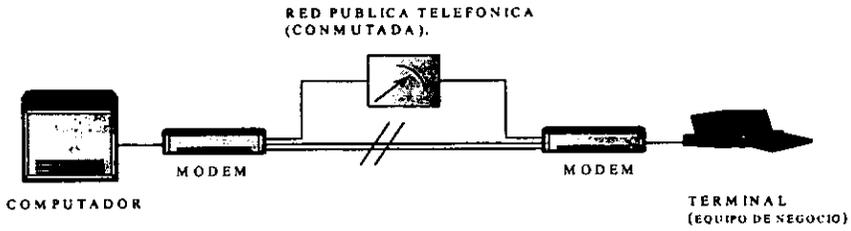


FIGURA 3.2.2 ENLACE POR LINEA DEDICADA  
CON RESPALDO CONMUTADO.

En resumen un enlace de este tipo esta generalmente provisto ya sea de dos hilos o cuatro hilos. La mayoría de los enlaces de línea dedicada es a cuatro hilos, mientras que un enlace por línea conmutada provee una ruta a dos hilos a través de una portadora presente en una red pública. Los términos dos hilos y cuatro hilos son frecuentemente relacionados con los términos "half duplex" y "full duplex" respectivamente. Aunque como se verá más adelante, los términos no son siempre equivalentes. Pues un enlace a cuatro hilos es siempre "full duplex", la conexión a dos hilos puede ser: "half duplex" o "full duplex" dependiendo del tipo de modem usado. Otro tipo de enlace por línea dedicada, muy común, es el de punto - multipunto, el cual se muestra en la figura 3.2.3. Una línea multipunto es compartida en tiempo real por dos o más estaciones remotas (terminales). En un instante, sólo una estación remota puede transmitir hacia el host; el orden de transmisión es controlado por una lista de poleo de las estaciones remotas.

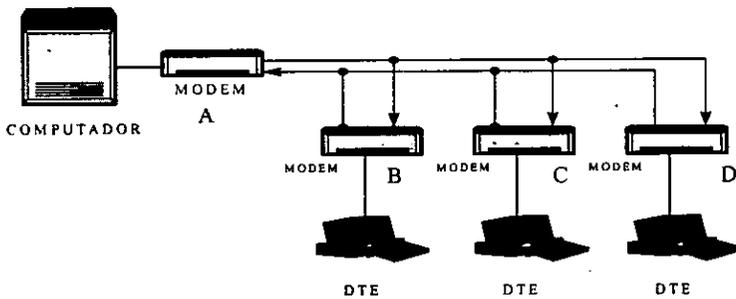


FIGURA 3.2.3 ENLACE PUNTO - MULTIPUNTO

Las señales transmitidas desde el modem A son recibidas en forma de señal eléctrica en todos los demás modems y, por ende, en todas las estaciones remotas; sin embargo sólo una estación remota será direccionada para cada mensaje y será la que aceptará los datos. De tal forma que así las estaciones remotas toman turno en la línea, compartiéndola. Podemos de esta manera imaginar otras configuraciones de enlaces punto multipunto, como la mostrada en la figura 3.2.4., donde con un modesto número de puertos del "host", podemos dar servicio a un número mayor de estaciones remotas.

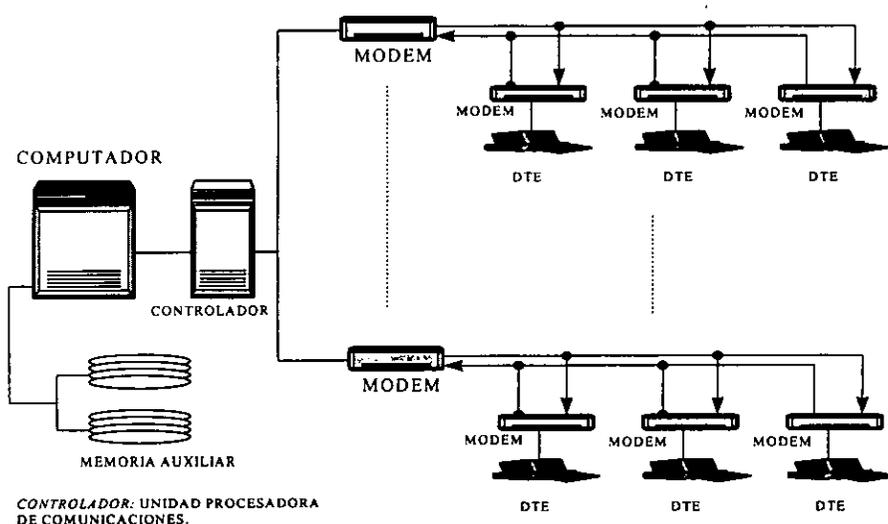


FIGURA 3.2.4 ENLACE PUNTO - MULTIPUNTO CON MAYOR CAPACIDAD

Podemos notar fácilmente que un enlace punto multipunto reduce el número de puertos del "host", el número de modems y usualmente, también el gasto en líneas dedicadas. Sin embargo, requiere de más software para controlar los accesos a esta red.

Al llegar a este punto, es conveniente hablar y definir algunos términos sobre los equipos terminales que logran la comunicación entre el "host" y el "terminal" sobre la línea, ya sea dedicada o conmutada. Estos equipos son los *modems*.

Como ya hemos mencionado, para poder transmitir datos usando canales telefónicos de la red pública, es necesario procesar las señales binarias que los equipos terminales de computación entregan. Los equipos encargados de este procesamiento son comúnmente conocidos como "modem". Debido a que los canales telefónicos son canales pasa banda, mediante diferentes métodos de modulación es posible trasladar el espectro de frecuencia de las señales de banda base, componentes de corriente directa, de la señal entregada por el equipo de computación a la banda proporcionada por el canal. Por otro lado, el ancho de banda de los canales telefónicos, restringido a 3,300 hz, impone limitaciones a las velocidades de transmisión que puedan lograrse sin incurrir en altos índices de error. Así mismo, la característica de retardo de grupo de estos canales distorsiona la señal transmitida, provocando lo que se conoce como interferencia entre símbolos, y por lo tanto dicha característica se convierte en otro factor limitante en velocidades de transmisión, aunque actualmente existen modems capaces de transmitir a velocidades de hasta 28.8 Kb/s sobre una línea telefónica. Aparte de las dificultades mencionadas, que pueden clasificarse como degradaciones determinísticas, estos canales presentan también degradaciones aleatorias como lo son ruido (gaussiano, ruido impulsivo y "bailoteos" de fase (phase jitter). A continuación mencionaremos los métodos de modulación comúnmente empleados en estos equipos, así como los aspectos teóricos más relevantes en la transmisión de señales digitales.

Comenzaremos mencionando la transmisión *asíncrona*. Los equipos de computación o de datos pueden transmitir en dos modos. En modo asíncrono no existe un reloj de referencia permanente y, por tanto, es necesario incluir bits de inicio y fin de la transmisión. Para poder transmitir en este modo, los modems deben ser capaces de operar de igual forma.

Transmisión *síncrona*: en el modo síncrono, existe un reloj de referencia, tanto en la recepción como en la transmisión; el modulador debe encargarse de derivar este reloj de referencia a partir de la frecuencia de datos recibida, y entregarlo al equipo de datos en fase con los datos mismos. Comúnmente la transmisión en modo asíncrono se utiliza a velocidades por debajo de 2,000 bps, y la transmisión síncrona es utilizada a velocidades por encima de los 2,000 bps, aunque esto no es una regla pues puede haber enlaces asíncronos a 4800 bps.

### Criterio de Nyquist

Las señales binarias entregadas por los equipos de datos, normalmente se presentan como dos niveles de voltaje con transiciones bruscas entre ellos. Estas transiciones abruptas en el tiempo provocan que la señal tenga energía significativa a altas frecuencias. Como sabemos los canales telefónicos son de ancho de banda limitado y la energía que no caiga dentro de este ancho de banda será perdida.

Es entonces necesario reformar las señales de tal manera que las transiciones de un nivel a otro no se realicen bruscamente, sino en forma gradual. Si queremos lograr lo anterior y conservar los mismos intervalos para cada símbolo, es necesario buscar una forma de onda apropiada para que la energía de símbolos adyacentes en el instante de muestreo no provoquen errores. Nyquist, en 1928, encontró una familia de formas de onda que cumplen con el requisito anterior, a saber, formas de onda con máxima amplitud en el instante de muestreo y amplitud cero a múltiplos de este instante. Una secuencia de pulsos con las características mencionadas no provocaría interferencia entre símbolos adyacentes en los instantes de muestreo.

### Métodos de modulación.

Como mencionamos al principio de estas notas, para lograr la transmisión sobre canales telefónicos, es decir, canales pasa banda, es necesario trasladar el espectro de frecuencia de la señal de transmisión. A continuación mencionaremos los esquemas de modulación normalmente usados en modems para transmisión de datos. Veremos que para bajas velocidades y transmisión en modo asincrónico, la modulación por llaveo de frecuencia (FSK) es el método más común. Para velocidades medias, y particularmente a 2,400 bps, la técnica de llaveo de fase diferencial (DPSK) es casi universalmente usada. A partir de 2,400 bps en adelante, los esquemas de modulación más usuales son las diferentes formas de modulación en amplitud, es decir, banda vestigial única (VSB), banda lateral única (SSB) y modulación en amplitud de portadora en cuadratura (QUAM).

### Control de modems

Una gran parte del diseño de modems está dedicada a funciones de control y pruebas. Estas funciones de control incluyen las funciones de control necesarias entre el equipo de datos y el modem, y entre los modems mismos. Dentro de las primeras las más importantes son: petición para transmisión (Request to Send), de la terminal hacia el modem; listo para transmitir (Clear to Send) del modem hacia la terminal.

Aparato de datos listo (Data Set Ready). En cuanto a las funciones de control entre modems, las más importantes son: el proceso de estrecho de manos ("handshaking"); envío de patrones iniciales o de entrenamiento (training mode) para sincronizar y/o ajustar los igualadores cuando así sea el caso.

Por otra parte cuando se cuenta con líneas propias que no están conectadas a conmutadores telefónicos, el equipo de transmisión o modems, es diferente. En este caso, el canal de transmisión no es un canal pasa banda y el ancho de banda es mayor. Así, no es necesario recurrir a los métodos tradicionales de traslación del espectro o modulación para hacer la transmisión.

Realizando una codificación adecuada de las señales entregadas por los equipos de datos, es posible producir una señal más robusta para la transmisión. Este tipo de modems es conocido como modems en banda base, operan a velocidades de hasta 19,200 bps sobre líneas metálicas y a distancias que dependen del calibre del alambre.

Continuando con la definición de algunos términos en la comunicación entre un "host" y un "terminal" a través de líneas dedicadas o líneas conmutadas, nos ocuparemos ahora de dos partes importantes, que a su vez nos servirán para entender como realiza la comunicación un enlace de radio punto - multi punto, como el que vamos a sugerir en el presente trabajo; estos dos términos son: *la interfaz o interface de comunicaciones y el modo de operación de los modems*. Después de haber concluido con estas definiciones hablaremos de los protocolos de comunicación que serán parte fundamental y medular de este capítulo y quizá de este trabajo.

#### Modo de operación de modems y tipo de facilidad.

Los términos simplex, half-duplex y full-duplex pueden ser usados para describir: (a) el modo de operación de una estación sobre una línea (enlace de datos), (b) una propiedad intrínseca de la línea de comunicación. Los términos dos - hilos y cuatro - hilos se refieren solamente a una propiedad intrínseca de la línea. Como se muestra en la figura 3.2.5, la transmisión simplex es en un solo sentido al usar la línea. El modo simplex de uso de la línea, es raramente usado en aplicaciones de comunicaciones de datos, por que la necesidad universal de intercambiar datos o señales de control, es en ambos sentidos. El modo half - duplex de operación de una estación, usa el enlace de datos en una dirección a un tiempo. Con el modo half - duplex en una línea de datos, la transmisión puede ser en cualquiera de las dos direcciones, pero no en ambas simultáneamente.

Nótese que las estaciones, operando en el modo half - duplex pueden, por supuesto, trabajar con dos o cuatro hilos. Por otra parte, un enlace con portadoras comunes frecuentemente se usa el término half - duplex para describir un enlace a dos hilos, y full - duplex para describir un enlace a 4 hilos.

Y como se puede observar en la tabla 3.2.6, se hace posible operar estaciones (terminales) en modo half - duplex, usando facilidades de una línea full - duplex. En otras palabras el modo full - duplex, necesariamente incluye al half - duplex.

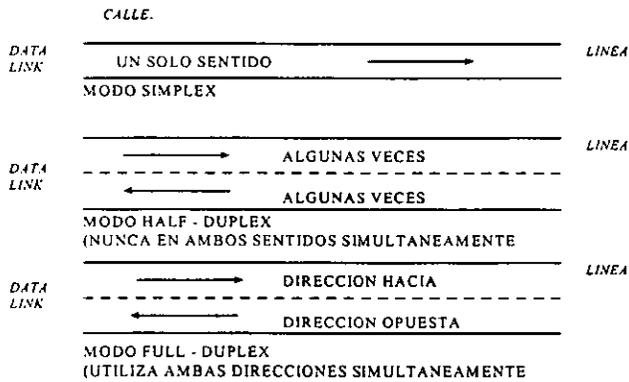


FIGURA 3.2.5 MODOS DE OPERACIÓN DE UNA LINEA (DATA - LINK)

	Modo de operación de la estación (terminal)	Propiedad de la facilidad de la portadora
Half - Duplex	La estación no es capaz de transmitir y recibir simultáneamente, sea cual sea la facilidad del enlace o comunicación.	Provee una ruta la cual puede ser usada en uno u otro sentido pero nunca en ambos simultáneamente
Full - Duplex	La estación es capaz de transmitir y recibir simultáneamente	Provee dos rutas de transmisión independientes, una en cada dirección
Dos hilos	No - aplica	Igual que half - duplex, aunque para algunos modems y a ciertas velocidades (< 1200 bps) se puede trabajar full - duplex
Cuatro hilos	No - aplica	Igual que full - duplex

Tabla 3.2.6 Términos: half - duplex, full - duplex, dos hilos y cuatro hilos.

El modo full - duplex para una estación, involucra el uso de un enlace para transmitir en ambas direcciones simultáneamente. En el tiempo, en los perfiles de las señales sombreadas de la figura 3.2.7 se puede observar que para ambas direcciones nunca se superponen estas áreas sombreadas en un modo half - duplex. Con un modo de operación full - duplex, por el contrario la transmisión ocurren simultáneamente.

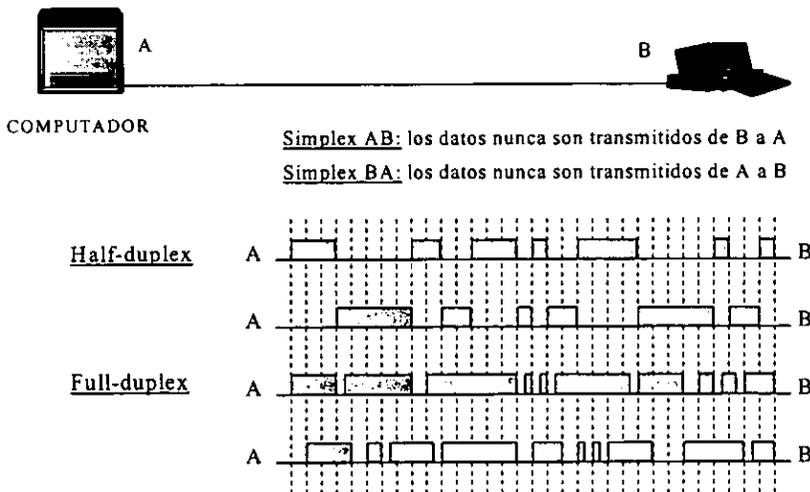


FIGURA 3.2.7 DIFERENTES MODOS EN UNA LINEA PUNTO A PUNTO

Muchas estaciones que existen en el mercado operan sólo en modo half - duplex, usando la facilidad del enlace, sea half - duplex o full - duplex. Con el advenimiento de procedimientos avanzados de control de línea tales como: "Synchronous Data Link Control" (SDLC), un extenso uso de líneas operando en modo "full - duplex" ha sido logrado. Ahora bien, en un enlace "full - duplex" se pueden correr procesos paralelos para tareas de envío y recepción en un enlace de datos, lo que significa incremento en la cantidad de trabajo realizado en un periodo de tiempo dado. Esta facilidad es la más importante de las ventajas de los protocolos "full - duplex", que analizaremos más adelante. Podemos decir entonces que, las líneas dedicadas (que normalmente son de cuatro hilos), son el medio capaz de soportar un modo de operación "full - duplex" verdadero, y pueden igual trabajar en modo "simplex" o "half - duplex" (y algunas veces así se usan). Es conveniente mencionar que algunos modems al trabajar a velocidades por abajo de los 1200 bps, pueden soportar una comunicación "full - duplex" sobre dos hilos o una línea telefónica.

#### Interfaz de comunicaciones

Con la proliferación de diferentes fabricantes de modems, terminales y equipos de computación, surge la necesidad de establecer estándares para facilitar la interconexión de los mismos. Existen dos tipos de estándares para las interfaces de comunicaciones entre terminales - modems: host - host y modem - host.

Los oficiales y los de "facto". Los estándares oficiales son establecidos por asociaciones como el IEEE (Institute of Electrical & Electronics Engineers) o la Electronic Industries Association (EIA) u organismos como el CCITT. Tal es el caso de los estándares para conexiones entre terminales y modems: el EIA - RS232C/V.24 CCITT. Por otro lado los estándares de "facto" son interfaces que se han hecho comunes debido a su uso generalizado sin que se haya hecho una definición oficial (con excepción de la proporcionada por el fabricante). Tal es el caso de los "buses" de micro computadoras; otro caso es el de bucle de corriente de 20 mA para terminales start - stop. Un dispositivo de interfaz que ha tenido también un uso muy amplio es el UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). Otros elementos de acoplamiento entre terminales y computadoras ampliamente usados son los multiplexores asincronos.

A continuación hablaremos de la interface entre un modem y su asociada terminal y que ha sido estandarizada por "EIA Standar RS-232C". Y como esta interface es la usada por la institución financiera "x" para los cajeros automáticos y los servidores (POS), es de la que daremos una explicación más amplia. Para enlaces por canales de voz las interfaces forradas, son de una malla que va a lo largo del cable. Las señales que se entregan en los "pines" (cables de la interface), esta especificado que deben ser con una amplitud mínima de 3 V (mas, menos) en los extremos del equipo terminal. El voltaje máximo permitido es de 25 V (mas, menos). La impedancia requerida en el equipo terminal es de 3000 - a - 7000 ohms. Una polaridad negativa indica un estado binario "1", "marca" o un estado de control "off". Una polaridad positiva indica un estado binario "0", "espacio" o un estado de control "on". Los hilos o "pines" de la interface comúnmente usados, están listados en la tabla 3.2.8 junto con su designación estándar.

Los circuitos de transmisión o recepción BA y BB mantienen las condiciones de "marca" o "espacio" por el total nominal de la duración de cada señal (Tx o Rx). El circuito "Data Set Ready" CC cambia a "on" para indicar que el modem local esta conectado al canal y esta listo para recibir datos o para aceptar un "Request" para transmitir. Este circuito permanece "off" en todo otro momento y es una indicación de que el equipo terminal DTE (Data Terminal Equipment) ignorará las señales de cualquier otro "pin" de la interface.

El circuito "Data Terminal Ready" CD cambia a "on" para indicar que la terminal esta lista para aceptar datos del modem y esta preparada para aceptar y responder automáticamente una llamada. La condición "off" causa la desconexión del modem e implica que se tendrá que contestar manualmente una llamada entrante.

El circuito "Request To Send" CA es usado para condicionar al modem local para la transmisión de datos y en operación half - duplex, sirve para controlar la dirección de la transmisión. El circuito "Clear To Send" CB indica si esta listo o no el modem para transmitir datos.

El intervalo entre que el "Request" es "on" CA, y la respuesta del CB "Clear" varia con el tipo de modem y es usado para transmitir señales preparatorias para establecer las rutas de comunicación, incluso preparación de modems distantes para recibir datos. El circuito "Receive - Line - Detector" CF cambia a "on" cuando el modem recibe una señal apropiada para ser modulada. La condición "off" indica que una señal no apropiada esta siendo recibida, y el circuito "Receive Data" BB esta manteniendo una condición de "marca" (inactiva). Los circuitos "Signal Element Timing" DA, DB y DD portan ondas iguales de valor "on" y "off" de reloj para una apropiada interpretación de los circuitos de transmisión y recepción BA y BB. El circuito "Ring Indicator" CE cambia a "on" para indicar la presencia de una señal de "ring" en el canal de comunicación (señal de llamada). Cambia a "off" entre cada "ring" y en todo momento en que no este recibiendo esta señal.

Existe como ya habiamos mencionado, un organismo encargado de regular y controlar normas y estándares con el objeto de que, ante tanta variedad de equipos y protocolos haya compatibilidad entre todos ellos. A continuación hablaremos del CCITT ("Consultive Comitee for International Telegraphy and Telephony", Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía). De este organismo y el estándar de interface RS - 232, así como del modelo ISO - OSI para arquitecturas de red, hablaremos en seguida, antes de dar paso a la última parte de este capítulo, los protocolos de comunicación.

#### El CCITT

Es claro que con tantos fabricantes y tantos diseños diferentes de redes, habria un problema de compatibilidad, es decir, de incompatibilidad si no existiera un organismo internacional de administración de códigos y estándares. Esta administración es provista por una agencia de las Naciones Unidas llamadas "La unión Internacional de Telecomunicaciones" (ITU, International Telecommunication Union). El comité responsable dentro de la ITU para comunicaciones de datos y telefonía es el llamado CCITT. Están incluidos en el CCITT aquellos organismos que ofrecen servicios de telefonía pública (PTT), así como los que reglamentan los servicios que estos ofrecen a los usuarios: (FCC por ejemplo en E. U.) "Federal Communication Commision", además de las industrias más representativas de computación y de comunicaciones.

En la tabla siguiente se indica el "pin", la designación y la descripción de una interface EIA estándar:

"Pin" del conector	Designación del "Pin"	Descripción del "Pin"
1	AA	Tierra de protección
2	BA	Transmisión (Tx)
3	BB	Recepción (Rx)
4	CA	Request To Send
5	CB	Clear To Send
6	CC	Data Set Ready
7	AB	Signal Ground - Common Return
8	CF	Receive Signal Detector
12	SCF	Secondary Receive Signal Detector
13	SGB	Secondary Clear To Send
14	SBA	Secondary Transmit Data
15	DB	Transmit Signal Element Timing (DCE source) a
16	SSB	Secondary Receive Data
17	DD	Receive Signal Element Timing
19	SCA	Secondary Request To Send
20	CD	Data Terminal Ready
21	CG	Signal Quality Detector
22	CE	Ring Indicator
23	CH/CI	Data Signal Rate Selector (DTE, DCE source) a -b
24	DA	Transmit Signal Element Timing (DTE source) b.

a: DCE Data Communication Equipmente b: DTE Data Terminal Equipment.

El CCITT no crea ni modifica legislaciones pertenecientes al área de las comunicaciones, pero si hace recomendaciones en materia de ordenamiento por ejemplo desde calidad de transmisión en telefonía hasta características eléctricas de modems. Cuando una recomendación es ampliamente implementada el CCITT realiza un procedimiento de estandarización, como por ejemplo: el caso del protocolo X.25 que sirve para comunicaciones entre redes de datos a través de redes telefónicas públicas y privadas. Otro ejemplo de los trabajos del CCITT es la recomendación V.24 el cual define arreglo y funciones de cada uno de los pines de un conector de 25 pines para conectar terminales asincronas. En estados unidos el equivalente al V.24 es RS - 232 - C. Cualquiera que haya intentado conectar una terminal asincrona no compatible con la norma RS - 232 - C sabrá que tan extensa es ya esta misma, incluso en el mundo entero. Una revisión de los estándares de comunicación, no estaria completa si se dejara de mencionar la "Organización Internacional de Estándares, conocida como ISO (International Standar Organization ), cuyo trabajo en la definición de un modelo de referencia para la estructura en las redes de comunicaciones de datos, ha sido ampliamente aceptado: Sistema Abierto de Interconexión ("Open System Interconnection" OSI), y ha contribuido enormemente para conseguir en casi todo el mundo la compatibilidad de las redes. El modelo ISO-OSI juega un papel muy importante en las tecnologías con protocolos de comunicación.

A continuación hablaremos un poco del modelo ISO - OSI para arquitecturas de red, recordaremos que nuestro sistema propuesto esta contemplado como una red de radio (interna), que provee el medio de comunicación a una red host - terminal (red externa).

El modelo ISO - OSI para arquitecturas de red.

El modelo ISO - OSI esta dividido en siete "etapas" funcionales con el objeto de tener tanto una estructura de la red, y en consecuencia la estructura de la interface de una red tan simple como sea posible. El término "etapas" usado por ISO es igualmente referido como "niveles". El objetivo de una red de comunicación de datos es transportar datos de una fuente a su destino (de un "host" a un "terminal"), en la manera más trasparente posible. Cada nivel dentro del modelo OSI representa una función especifica en la ayuda para este objetivo, a la vez permite una naturaleza heterogénea del sistema que esta siendo conectado como host, a un "terminal". Una representación del modelo OSI es mostrado en la figura 3.2.8.

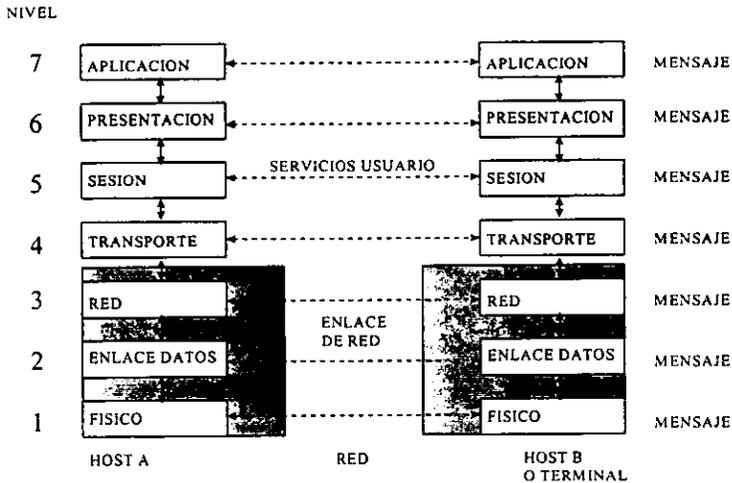


FIGURA 3.2.8 REPRESENTACIÓN DEL MODELO ISO - OSI PARA ARQUITECTURAS DE REDES.

La función de cada nivel puede ser resumida como sigue:

- *Aplicación*: Nivel 7, selecciona el servicio sobre la red para las aplicaciones del usuario.
- *Presentación*: Nivel 6, provee códigos de conversión y reformateo de datos de las aplicaciones de usuario.
- *Sesión*: Nivel 5, coordina la interacción entre los procesos de aplicaciones de usuarios, en los diferentes "host".
- *Transporte*: Nivel 4, controla los procesos y los mecanismos de la red, tales como asegurar la integridad de los datos a través de la red y otras funciones de extremo a extremo (end to end).
- *Red*: Nivel 3, Switchea y rutea la información, establece la asociación lógica de "host remotos" o terminales remotas y provee los indicadores de una conexión remota.
- *Línea de datos*: Nivel 2, asegura un enlace físico entre el "host" y la red y transfiere unidades de información hacia el otro lado de la línea.
- *Físico*: Nivel 1, provee el medio físico para que la información fluya, y también contiene mecanismos para informar al nivel 2 de la pérdida de una conexión física o fallas de energía eléctrica.

Para ejemplificar el modelo OSI - ISO, podemos usar una analogía humana para mostrar como los diferentes niveles interactúan y proveen una solución total para un problema de comunicación. Por ejemplo, un Chino y un Indú quieren negociar un contrato, para sus respectivos países, pero ninguno habla la lengua del otro. Por lo tanto cada uno de ellos emplea un traductor para convertir sus ideas en un idioma escrito que es el inglés. Cada traductor entrega sus respectivos mensajes a operadores de máquinas de télex en China y la India. Los télex, escritos en inglés, son entonces enviados sobre la red internacional de télex. Cuando los télex son recibidos, el operador de télex maneja los mensajes con el traductor quien convierte los mensajes en inglés a la lengua (idioma) del empresario Chino o Indú según sea el caso. De esta manera, los dos empresarios tienen la impresión de que están negociando directamente uno con el otro, aunque hay tres niveles abajo de ellos que aseguran esta comunicación.

Con esta analogía, obviamente simplificada, es comparado a el modelo ISO - OSI mostrado en la siguiente figura 3.2.9, cada persona en la cadena de comunicación, tiene un role definido, así que la persona que realiza la tarea puede cambiar (o incluso el idioma), pero la definición de las tareas no. Cada cual conoce también, cual es el servicio que espera la persona del siguiente nivel (hacia arriba). Adicionalmente los traductores y operadores del télex pueden intercambiar información operacional durante los mensajes transaccionales, pero esto no aparecerá en el nivel alto de la comunicación de los dos empresarios.

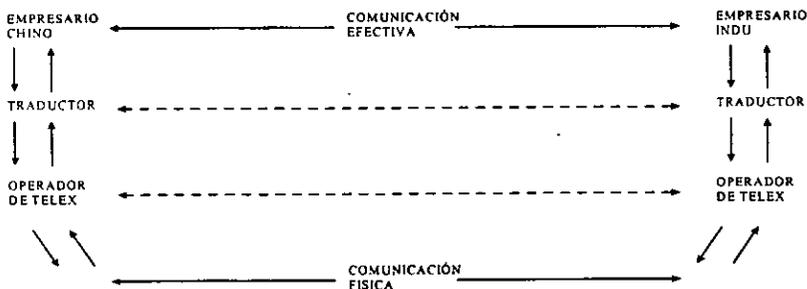


FIGURA 3.2.9 ANALOGIA HUMANA DE EL MODELO ISO - OSI.

En resumen, el término "open" abierto, es usado en conjunción con el modelo OSI porque significa la habilidad de un sistema "host", sin importar su manufactura, para conectarse con cualquier otro "host", o red, conformando el modelo OSI y la asociada interface de los protocolos.

Lo que se ha explicado hasta este punto servirá para entender los protocolos de comunicación, en seguida se abundará un poco más sobre el tema, para terminar explicando el protocolo que usa la institución financiera "x" en la comunicación entre "host" y "terminal", y que es uno diseñado por IBM dentro del SNA (System Network Architecture), el SDLC (Synchronous Data Link Control).

### **3.3 Protocolos de comunicación**

Cuando las estaciones de trabajo en una red tienen la necesidad de comunicarse con el "host", deben de cierta manera, tener algún mecanismo de orden para prevenir que los procesos entren en un caos. Las reglas que se usan para comunicarse a través de una red se llaman protocolos. Definiremos en seguida algunos términos, comenzando por lo que es el procedimiento de control de línea (protocolo), en redes de tele procesamiento de datos, tratando en forma general las funciones que realizan dichos protocolos y se muestran ejemplos que permiten identificarlas.

#### **3.3.1 Funciones generales de los procedimientos de control de línea.**

El principal objetivo de la transmisión de datos en redes de tele procesamiento, es transferir la información entre los equipos conectados a ellas en una forma íntegra, ordenada y eficiente. Con este fin se han establecido disciplinas o reglas conocidas como protocolos de línea que permiten iniciar, mantener y finalizar la transferencia de información. En general cada fabricante de máquinas de computación ha desarrollado sus propios protocolos de línea para interconectar sus equipos. Con el advenimiento de las redes de comunicaciones para computadoras, han surgido los problemas inherentes de incompatibilidad al tratar de interconectar equipos de diferentes características. Esto se refleja marcadamente en los protocolos de línea. Como se había mencionado con anterioridad, en los últimos años, algunos organismos como el ISO (International Standard Organization) y el ANSI (American National Standard Institute) y organismos internacionales como el CCITT han estado trabajando con miras a establecer estándares que incluyan protocolos de línea.

Se han llegado a ciertos acuerdos a este respecto (que se incluyen en la recomendación X.25 del CCITT) y es muy probable que en el futuro los fabricantes de equipo de cómputo lleguen a adoptar dichos estándares.

Es conveniente, por tanto, identificar y estudiar las funciones que los protocolos de línea realizan, en general, así como los tipos de protocolos más usados actualmente. Esto sirve como marco de referencia para comparar los protocolos específicos que se verán posteriormente.

#### Protocolos para caracteres (BISYNC).

En esta sección se comentan los protocolos orientados a caracteres abordando uno de los más comunes y representativos; el protocolo BISYNC o BSC (Binary Synchronous Communication) de IBM. BISYNC ha estado en operación desde 1968 para la transmisión de información entre las computadoras y las terminales. Se revisará en forma general la manera en que BSC efectúa las funciones generales de los protocolos. Este protocolo fue diseñado a principios de los 60's y en general cumplió satisfactoriamente para las necesidades de esas fechas. A medida que las aplicaciones y requerimientos de transmisión se han venido incrementando, BSC presenta ya ciertas limitaciones.

#### Protocolos para BYTES (DDCMP)

El protocolo DDCMP (Digital Data Communication Message Protocol) de DEC (Digital Equipment Corporation) es un procedimiento de control de línea orientado a bytes (grupos de 8 bits) de gran versatilidad. Este protocolo, entre otros, es una respuesta a la búsqueda de protocolos más evolucionados que superen las limitaciones de los procedimientos de control para caracteres tales como BISYNC.

#### Protocolos para BITS (SDLC)

Otro enfoque diferente en los procedimientos de control de línea propuesto por IBM es el protocolo SDLC (Synchronous Data Link Control). Este protocolo a diferencia de BSC y DDCMP, es orientado a bit con lo que permite transmitir un campo de información variable. La importancia de este protocolo es tal que el CCITT, ANSI e ISO recomiendan como estándar un protocolo muy similar.

#### Contención y Polling.

Hasta ahora se han revisado las reglas que permiten controlar el flujo de información entre dos estaciones (computadoras o terminales), una vez que se ha establecido un enlace entre ellas, en conexión punto a punto.

Sin embargo es muy común encontrar estructuras con enlaces multipuntos donde varias terminales comparten una sola línea. La operación eficiente de un sistema como estos requiere también de ciertas reglas para controlar el acceso de las terminales a la línea común; estas disciplinas se conocen en general como contención y polling.

En los siguientes párrafos hablaremos básicamente de los procedimientos de control de línea (protocolos) anteriormente mencionados. Habíamos mencionado que un sistema síncrono de comunicaciones usa un caracter especial llamado "sync" que define un grupo de ocho bits. Sabemos también que existe un método de detección de errores en el cual dos "check characters" son adicionados al final de cada mensaje. Estos son dos ejemplos de las importantes funciones de los protocolos en los sistemas de comunicación, lo que se conoce como "framing" (de frame) y el control de errores. Por otra parte y como se había mencionado, un protocolo es básicamente un grupo de reglas para operar un sistema de comunicaciones. Estas reglas son diseñadas para resolver problemas en los siguientes campos:

1. Framing: la determinación de cual grupo de ocho bits constituye un caracter, y más importante, que grupo de caracteres constituyen un mensaje.
2. Control de error: la determinación de errores por medio de redundancia longitudinal, vertical o cíclica.
3. Control de secuencia: la numeración de mensajes para eliminar mensajes duplicados, evitando mensajes perdidos y la apropiada identificación de mensajes que son retransmitidos, por un sistema de control de errores.
4. Control de línea: la determinación, en caso de un enlace half - duplex o multipoint, de cual estación va a transmitir y cual va a recibir.
5. Casos especiales: resuelve el problema de que un transmisor envíe cuando en realidad haya datos para transmitir.
6. Control de "time out": resuelve el problema de que si un mensaje fluye de repente o se detiene por completo.

Los protocolos pueden ser divididos dentro de tres categorías de acuerdo a técnica usada para dividir o hacer el "framing" de los mensajes. Estas categorías son: caracter orientado, byte count orientado y bit orientado.

Un protocolo de "caracter orientado" usa caracteres especiales, tales como STX para indicar el comienzo de un mensaje, y ETB para indicar el fin de un bloque de texto. El clásico ejemplo de este método es el de IBM: "Binary Synchronous Protocol", conocido como BISYNC. El formato de un mensaje BISYNC es mostrado en la figura 3.3.2. El encabezado es opcional, pero si es usado, este comienza con SOH (Start Of Header) y termina con STX (Start Of Text). SOH y STX son caracteres especiales y la combinación de bits para formar estos caracteres puede ser encontrada en caracteres dados por ASCII, EBCDIC y Six Bit Trancode, los tres códigos más comúnmente usados en BISYNC.

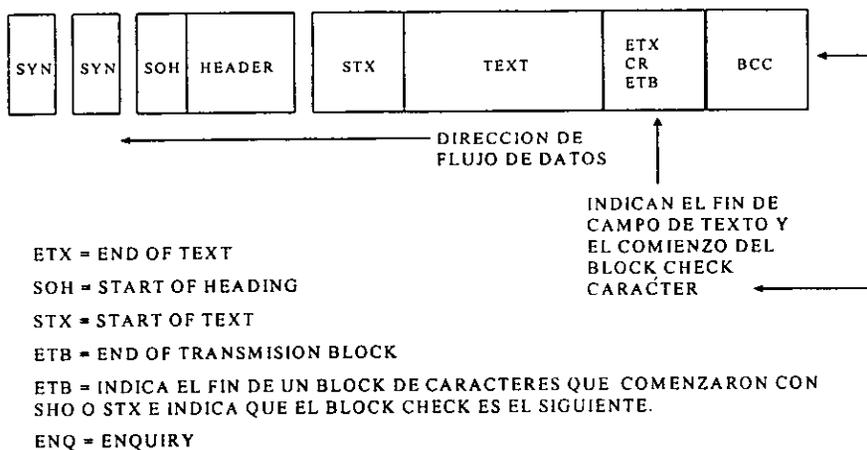


FIGURA 3.3.2 FORMATO DE UN MENSAJE BISYNC

BISYNC emplea una serie de rigurosas reglas para establecer, mantener y concluir la secuencia de una comunicación. Un intercambio típico entre un "terminal" (estación terminal) y un "host" (computador) en un enlace punto a punto en una línea privada, es ilustrado en la figura 3.3.3

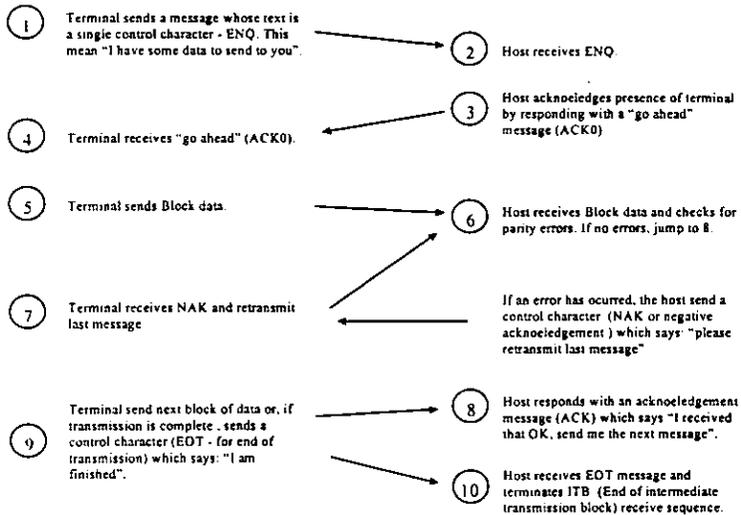


FIGURA 3.3.3. UN INTERCAMBIO TIPICO DE DATOS USANDO BISYNC.

Los protocolos Byte count oriented usan un encabezado, el cual incluye un especial carácter de inicio seguido por un contador que indica cuantos caracteres siguen en la porción de datos del mensaje y algo de información de control tal como: cuales mensajes han sido recibidos correctamente. La porción de datos que viene después de una longitud específica y es seguida por un block check character. Un excelente ejemplo de este protocolo es el DDCMP: "Digital Data Communication Message Protocol". Ver la figura 3.3.4



FIGURA 3.3.4 FORMATO DE UN MENSAJE DDCMP

El protocolo DDCMP es muy general, y puede ser usado en comunicaciones asincronas y sincronas, half - duplex o full - duplex, serial o paralelo, y en sistemas punto a punto o multipunto. La mayoría de las aplicaciones que involucran protocolos están en modos half o full - duplex y en modo sincrónico serial, este medio de operación será en el cual se hará énfasis.

Como se indica en la figura 3.3.4 el formato es un poco similar al BISYNC en el que el mensaje está dividido en dos partes: un encabezado que contiene la información de control y un cuerpo de texto. A diferencia del BISYNC, sin embargo, el encabezado no es opcional. Es la parte más importante del mensaje, pues contiene la información de secuencia (numeración) y el carácter de conteo, que son las 2 más importantes facilidades del DDCMP. De acuerdo a la importancia de la información del encabezado, merece su propio CRC block check, indicado en la figura como CRC 1. Los mensajes que contienen datos además de sólo información de control, tienen una segunda sección la cual contiene cualquier cantidad de caracteres de 8 bits (hasta un máximo de 16,363) y un segundo CRC, indicado en la figura como CRC 2.

En el protocolo DDCMP, cualquier par de estaciones (terminales) que están intercambiando información con el host, enumeran los mensajes secuencialmente comenzando con el mensaje número 1. Cada mensaje de datos sucesivo es numerado con el siguiente número de acuerdo a la secuencia. Así una larga secuencia de mensajes deberá ser numerada 1, 2, 3, ....., 254, 255, 0, 1, 2,.....(módulo 256). La numeración aplica a cada dirección por separado, por ejemplo: la estación A puede estar enviando los mensajes 6, 7, 8 al host o quizá a la estación B, y la estación B puede estar enviando los mensajes 5, 6, 7 al host o bien a la estación A. Cabe mencionar que se lleva un conteo tanto de los mensajes transmitidos, así como de los resultados.

Cuando una estación recibe un mensaje que contiene un error, la estación envía un mensaje de acknowledge negativo (NAK), de regreso al transmisor. DDCMP no requiere un acknowledge para cada mensaje, como la numeración en el campo de respuesta de un encabezado normal, o de cualquiera de los mensajes ACK o NAK, especifica el número de la secuencia de el último mensaje bien recibido (good), este es el punto de control.

Finalmente, es posible crear un protocolo en cual los bits constituyen mensajes separándolos con un carácter especial flag: caracteres tales como 01111110. Este tipo de protocolo especifica que nunca habrá seis bits "1" en un renglón, excepto para la transmisión de una bandera (flag). Así cuando la estación receptora reciba un carácter bandera, sabrá que los 16 previos bits eran el block check character y que los bits entre esos 16 y la bandera previa constituyen el mensaje. Este tipo de protocolo es llamado un "bit - stuffing" o protocolo de bit orientado.

Los ejemplos incluyen el SDLC de IBM (Synchronous Data Link Control), el ADCCP de American National Standard Institute, HDLC de International Standards Organization y la recomendación X.25 del CCITT.

La institución financiera "x" para comunicar a sus "host" con sus terminales usa un protocolo de bit orientado: el SDLC, por tal motivo es del que hablaremos un poco más, y por otra parte esto nos dará las bases para entender como el sistema de radio que propone este trabajo, maneja y reconoce dicho protocolo.

Comenzaremos hablando de la Arquitectura de Red SNA, que al igual que el protocolo SDLC, es un desarrollo de IBM y es el usado en la institución financiera "x". Lo que se conoce como: Sistema de Arquitectura de Red (SNA) es un protocolo representado en capas o niveles que define los métodos de transmisión y los equipos que participan en una comunicación en aplicaciones de la red entre los "host" y "terminal". Esta estructura permite a los terminal enviar o recibir datos sin importar la ubicación física o bien, el tipo de equipo en enlace usado.

La comunicación de las aplicaciones, puede ser dividida en los siguientes tipos:

- Link communication. Comunicación de enlace, controlado por SDLC
- Network communication. Comunicación de red, controlado por SNA
- Application communication. Comunicación de la aplicación, controlada por el programa de la aplicación en particular.

En nuestro caso tendremos dos aplicaciones diferentes: una correspondiente a la red del cajero automático y la otra correspondiente a la de las terminales en punto de venta (servidores). En seguida, en la figura 3.3.5 se indica la secuencia de la comunicación.

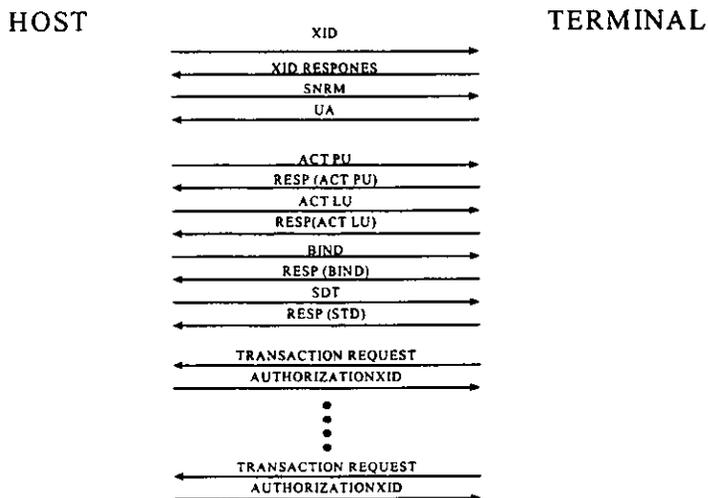


FIGURA 3.3.5 SECUENCIA DE COMUNICACION

La facilidad SDLC / SNA soporta transmisiones sincronicas, half - duplex a una velocidad hasta de 9600 bps. La velocidad de la línea depende de los requerimientos de los modems usados en el enlace o bien en el tipo de enlace usado. La facilidad SDLC / SNA trabaja con todos los modems sincronicos. Las condiciones de la línea están basadas en el tipo de equipo usado en esa línea. Y el equipo seleccionado deberá proporcionar las señales de reloj necesarias al host (este es el caso de la institución financiera "x"). Esto es, el host para SNA no proporciona reloj de sincronización.

#### Direccionamiento (Addressing).

Hay varios niveles en los cuales se direcciona, es decir se asigna una dirección, en SNA / SDLC. La dirección de los frames de el "terminal" es equivalente a la dirección de poleo de las tablas de la unidad de control del "host", es decir existe una correspondencia.

Métodos de codificación de datos.

Para acomodar diferentes ambientes de red, SDLC / SNA soporta dos métodos de codificación de datos:

- NRZ (no retorno a zero)
- NRZI (no retorno a zero invertido)

El SDLC es un protocolo de línea (enlace), que define los procedimientos usados para el control de la transferencia de datos entre un "terminal" y un "host". Para asegurar que los datos son transmitidos con precisión, SDLC desarrolla las siguientes funciones:

- Controla los modos de las terminales de la red.
- Controla el envío y recepción de información en una línea de comunicación.
- Sincroniza la operación de una terminal transmisora y una terminal receptora con el "host".
- Detecta y recobra mensajes de transmisiones erróneas.

Para realizar estas funciones, SDLC establece el formato de la información transmitida en la línea y define la secuencia de la transmisión para el control del canal. SDLC es un protocolo de bit orientado; usa una secuencia especial de bits para delinear el inicio y fin de los mensajes y para controlar las funciones del protocolo. Los mensajes son enviados y recibidos en una serie de bits agrupados en un frame.

Modos del SDLC

SDLC define los procedimientos usados en la transferencia de datos en la comunicación de un enlace. Parte de esta definición incluye los modos de las estaciones (terminal). Un modo es un estado lógico de la terminal. El modo de una terminal determina las funciones que este puede desarrollar. Con SDLC / SNA, existen dos métodos:

- Normal Response Mode (NRM)
- Normal Disconnect Mode (NDM).

La red puede poner a un terminal en cualquiera de los dos modos usando comandos SDLC.

#### NRM (Modo Normal de Respuesta)

El NRM es el estado en el cual una comunicación normal, entre el terminal y la red puede ocurrir. El terminal debe ser, explícitamente puesto en este modo, por la red, con el comando SNRM: "Set Normal Response Mode".

Cualquier terminal es una "estación secundaria", esto es, no puede iniciar ninguna secuencia de comunicación. Sólo puede enviar frames después de haber recibido permiso de la red. La red indica a las terminales que les esta siendo requerido el que envíen un mensaje (frames) con el valor del poll/final bit en el campo de control.

Después de haber recibido permiso, el terminal envía uno o más frames. Cada frame enviado por el terminal indica si es el último frame o si hay más por venir, con el valor de "poll/final bit" en el campo de control. Después que el terminal envía el último de una serie de frames, debe esperar a recibir permiso de la red antes de comenzar a transmitir de nuevo.

#### NDM (Modo Normal de Des conexión).

El NDM, es el estado en el cual el terminal es lógicamente desconectado de la red. En este estado el terminal no responde a ningún mensaje de la red y responderá sólo a un SNRM para iniciar nuevamente la comunicación. El terminal se va a NDM y espera para recibir un comando SNRM de la red, cuando algo de lo siguiente sucede:

- Encendido del terminal (power up)
- Luego de una falla de E:E:
- Luego de un reset físico (hardware reset)
- Luego de una falla de comunicaciones
- Luego de recibir un comando de des conexión (DISC) de la red.

### Formato del frame SDLC

Un frame SDLC es un mensaje que contiene la dirección de la estación (terminal) transmisora o estación receptora, información acerca del tipo de mensaje, y un bit de chequeo (check bits) que habilitan la estación receptora para verificar el diseño del mensaje (patron de bits). Un frame SDLC puede contener comandos SNA, datos de aplicación que son pasados a las funciones de control de la estación SNA, o tan sólo puede contener comandos SDLC y respuestas.

Cada frame como el que se muestra en la figura 3.3.6 esta formada de cinco campos (seis campos si está siendo transferido).



FIGURA 3.3.6 FORMATO DE UN FRAME SDLC

El primero y el último campo del frame es el campo de flag (bandera). La bandera consiste de ocho bits arreglados en un modelo único (01111110, 7E hexadecimal). Las estaciones (terminal) reconocen este diseño como el inicio o el fin de un frame. La bandera de comienzo es usada como una referencia para la posición del campo de dirección y el campo de control. La bandera de inicio comienza el chequeo de una posible transmisión errónea del frame. La bandera de fin termina el chequeo para una posible transmisión con errores. La bandera de fin de un frame, puede ser la bandera de inicio de el siguiente frame.

El segundo campo en el frame, es el campo de dirección (address). La dirección consta de 8 bits que identifican a la estación transmisora o receptora.

El tercer campo en el frame es el campo de control. Este es un campo de 8 bits que contiene los comandos y respuestas que son requeridos para el control del enlace de datos (data link).

El cuarto campo en el frame es el campo de información. Este campo puede no estar presente en todos los frames SDLC. Este campo contiene los datos o comandos SNA y mensajes enviados entre "host" y "terminal". La máxima longitud de este campo es de 250 bytes.

El quinto campo en el frame es el de chequeo de secuencia (Frame Check Sequence). El FCS es un campo de 16 bits que es usado para asegurar que el dato fue recibido sin error, SDLC usa como FCS el "cyclic redundancy checking" (CRC) que genera el diseño o patrón de bit. La estación receptora computa un "CRC check" en el frame para validar la integridad del frame.

#### Tipos de frames SDLC

El tipo de frame depende del contenido del mismo frame, y pueden ser comandos, respuestas o datos. El bit de control del campo indica uno de estos tres tipos:

- Frame de información
- Frame de supervisión
- Frame no-numerado

Dependiendo del tipo de frame, el campo de control esta dividido o puede ser cualquiera de los siguientes:

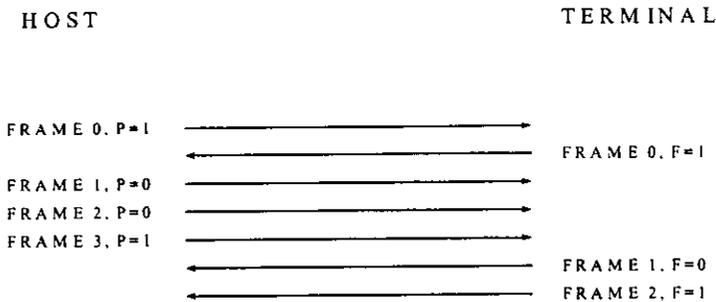
- Poll/Final Bit
- Frame Sequence Number
- Command Response Codes

#### Poll/Final Bit

El campo de control de todos los frames contiene un poll/final bit (bit 4). En frames enviados desde el "host", el bit es un "poll/bit" (bit de poleo). En frames del "terminal" el bit es usado como un bit final. El "terminal" debe recibir un frame con el "poll bit" en 1 antes de poder enviar frames.

Cuando en "terminal " recibe el frame indicado, debe responder con un frame hacia la red. Una vez que el "terminal " comienza a enviar frames, el bit 4 es usado como un bit final para indicar cuando la transmisión esta completa.

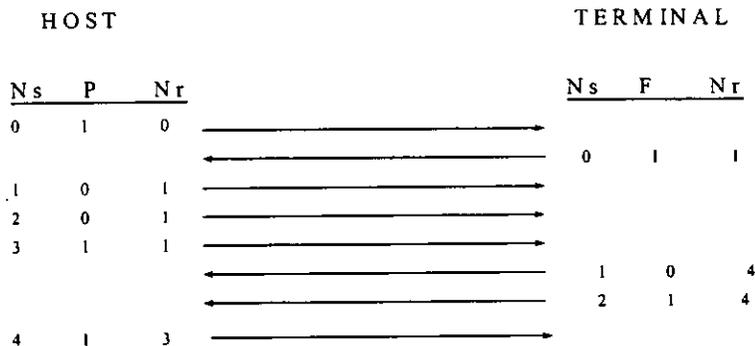
Para esto el final bit F es puesto en 1 en el último frame transmitido. Después de un frame enviado con el valor F en 1, el "terminal" debe esperar a recibir otro frame de la red con el "poll bit" en 1, antes de poder enviar frames adicionales, como se indica en la figura 3.3.7



FUGURA 3.3.7 EJEMPLO POLL/FINAL BIT

#### Frame Secuence Number

Cada frame de información esta dado en una secuencia de números cuando un frame es enviado. Esta secuencia es el número de secuencia de envío, Ns. El Ns y un contador asociado en la estación transmisora es incrementado en 1 con cada frame de información enviado. Cada frame de información y cada frame de supervisión incluyen un número que identifica el último frame de información recibido por la estación transmisora. Esta secuencia es la secuencia de recepción, Nr. El Nr es incrementado en 1 con cada frame de información recibido sin error. Debido a que ambas secuencias son de una longitud de 3 bits, cada número tiene un rango de 0-7. El ejemplo se muestra en la figura 3.3.8



FUGURA 3.3.8 EJEMPLO DE N<sub>s</sub> Y N<sub>r</sub>

### Códigos Command/Respones

Los códigos SDLC de command y response son parte del campo de control de frames de supervisión o frames no numerados.

### Frame de información

El frame de información es usado cuando los frames numerados que contienen comandos SNA y respuestas o información de aplicación en el campo de información (cuarto campo de un frame) es transferido entre estaciones.

### Frames de supervisión

Los frames de supervisión son usados para indicar el estatus de las estaciones. Algunos ejemplos son: Recive Ready (RR), Receive Not Ready RNR), y Rejet (REJ). Estas respuesta pueden ser enviadas o recibidas por las estaciones, debido a que estos frames dan el estado de la estación (terminal). Los frames de supervisión no incluyen un campo de información.

### Frame no numerado (Unnumbered Frame)

Los frames no numerados son usados para transmitir comandos de control y comandos de respuesta entre estaciones. Los comandos enviados por la red, inician la estación y la cambian de modo de operación y también terminan la transferencia de información.

## Comandos SDLC y Respuestas

En un sistema SDLC/SNA, la red controla todas las transmisiones. Inicia la comunicación con las estaciones, cambia a las estaciones de modo de operación. La estación terminal envía respuestas, datos de aplicación, y a través del uso del frame de secuencia numerada, solicita a la red la transmisión de frames. Algunos de los comandos son los siguientes:

### DISC (Disconnect)

El comando Disconnect es enviado para informar a la estación que la red esta suspendiendo la operación de la estación. En ese momento la estación se va a un Normal Disconnect Mode.

### DM

El DM (Disconnect Mode), es una respuesta del terminal a la solicitud de un DISC de la red.

### FRMR

El FRMR (Frame Rejet) es una respuesta enviada por la estación cuando el frame enviado por la red fue recibido sin un FCS error o bien contiene uno de los siguientes errores: El campo de control contiene un comando inválido de SDLC; el campo de información se presenta dentro de un frame donde el campo de información es prohibido o el campo de información es demasiado largo; el campo de control contiene un Nr para un frame que ha sido previamente reconocido o es mayor que el Ns del siguiente frame que va a ser enviado a la red.

### REJ

El código REJ (Rejet) reconoce todos los frames hasta Nr mínimo en valor 1 y requiere a la estación receptora envíe el frame indicado por el Nr y todos los frames subsecuentes.

### RNR

El código RNR (Receive Not Ready) indica que la estación o el host que esta enviado frames, está ocupada y no esta habilitada para recibir información adicional de la red.

### RR

El código RR (Receive Ready) indica que la estación o el host está lista para recibir un nuevo frame de información.

## SNRM

El comando SNRM (Set Normal Response Mode) es enviado por la red (host) a el terminal. Habilita a la estación para un modo normal donde la comunicación ocurre.

## UA

El UA (Unnumbered Acknowledgement) es una respuesta afirmativa a un SNRM o al comando DISC.

El código XID (Exchange Identification) es usado para permitir a las estaciones, en un enlace identificarse como estaciones.

## Control de la comunicación SNA

Los mensajes pueden ser enviados a estaciones de la red o a estaciones lógicas (componentes). SDLC maneja la comunicación entre las estaciones de la red, mientras que SNA la comunicación entre las estaciones lógicas o componentes. SNA define los componentes de un sistema por los recursos de comunicación provistos por esos componentes. Un componente que provee una función de comunicación especial y tiene una dirección única en la red es llamado " network addressable unit (NAU) unidad direccionable en la red. SNA reconoce tres tipos de NAU's:

*System Services (SS); Phisycal Unit (PU); Logical Unit (LU).*

### Servicios de Sistema (SS)

El SS esta localizado en el host. Es responsable de levantar la red, dar de baja la red, establecer comunicación entre los usuarios finales y recobrar un componente de la red cuando este haya fallado, para mantenerlo en contacto con la red.

### Unidad Fisica (PU)

Cada unidad física es asignada con una dirección y puede comunicarse con otras NAU's en la red. SNA define varios tipos de unidades físicas. El tipo de unidad física esta determinado por el tipo de equipo.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## Unidad Lógica (LU)

Cada estación contiene una o más unidades lógicas. Una unidad lógica es el puerto lógico a través del cual se comunican los usuarios finales. Un usuario final puede ser, incluso, un programa de aplicación o una tarea de aplicación. Cada unidad lógica tiene asignada una dirección y puede comunicarse con otras NAU's.

## SNA SESSIONS

System Network Architecture (SNA) define los procedimientos para rutear datos en la red así como los mensajes de aplicación para las NAU's de la red. Las NAU's interactúan en parejas. La conexión lógica entre NAU's es llamada *SESSION*.

Antes de que algunas aplicaciones en la comunicación puedan ocurrir, una sesión entre la LU de la red y la LU del terminal debe ser establecida. La red establece la sesión usando comandos SNA. Las sesiones son establecidas para cada equipo o tarea: SS a PU; SS a LU; LU a LU. Figura 3.3.9. después de que cada sesión es establecida, las Lu's pueden intercambiar mensajes de aplicación.

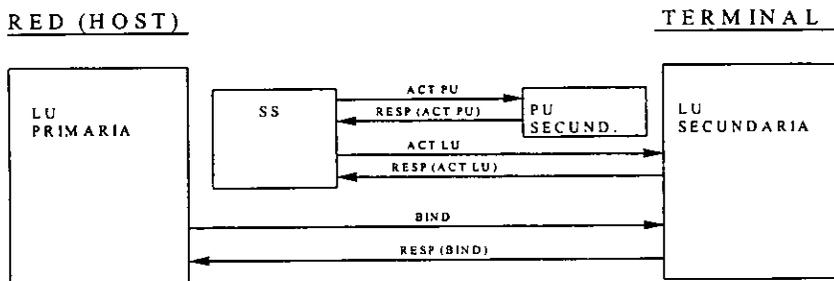


FIGURA 3.3.9 ESTABLECIMIENTO DE SESION

Dentro del esquema anterior observamos dos términos de los cuales hablaremos en seguida:

#### **BIND:**

El comando BIND establece una sesión de LU a LU entre una LU primaria (host) y una LU secundaria (terminal).

#### **SDT**

El comando STD (Start Data Traffic) es enviado por la estación primaria para dar inicio a los requerimientos y respuestas de la aplicación. Este es un comando de un byte.

#### **Resumiendo:**

El IBM Synchronous Data Link (SDLC) es un protocolo que se usa comúnmente para las comunicaciones entre los equipos primarios y secundarios de IBM o no IBM enlazados en forma serial. Este protocolo está ubicado en el nivel 2 de las capas de OSI, o sea, la capa de enlace de datos.

SDLC es un protocolo serial, síncrono, y de bit orientado para las comunicaciones entre los equipos primarios (denominados como SDLC host o primario), y los equipos secundarios (llamados SDLC terminal o secundario), los cuales están enlazados con un enlace serial. El primario es el maestro de comunicaciones mientras que los secundarios son los esclavos.

SDLC puede operar de diferentes maneras y para diferentes aplicaciones:

- Punto a punto: se usa para comunicar entre el Host y un Terminal.
- Punto a multipunto: el Host puede comunicar con varias terminales en un enlace. Generalmente se usa un Multiplicador Digital (Sharing Device) para abrir el enlace para conectar con estos equipos secundarios, como se observa en la figura 3.3.10.
- Loop: el Host y las Terminales están enlazadas en un anillo y los datos se circulan en un sentido (siempre termina en Host).
- Halfduplex (Two-Way Alternative): el Host y el Terminal pueden enviar en ambos sentidos pero no simultáneamente.
- Fullduplex (Two-Ways Simultaneous): el Host y el Terminal pueden enviar en ambos sentidos y además simultáneamente.



FIGURA 3.3.10 APLICACION PUNTO A MULTIPUNTO

El formato de un frame SDLC, como ya habíamos visto, está definido como se indica a continuación:

FLAG (1 BYTE)	ADDRESS (1 BYTE)	CONTROL (1 O 2 BYTES)	INFORMACION (VARIABLE)	FCS (2 BYTES)	FLAG (1 BYTE)
------------------	---------------------	--------------------------	---------------------------	------------------	------------------

donde:

*Flag*: es la bandera que indica el inicio y fin de un frame. Esta bandera es una secuencia binaria 01111110 (7E Hex). Dentro del frame usa la técnica 0-bit stuffing cuando aparecen cinco consecutivos 1s (para evitar confusión con las banderas).

*Address*: es la dirección del equipo secundario. Address = 0 es para ningún equipo y address = FF (Hex) es para broadcast (envío simultáneo) a todos los equipos secundarios (terminal) conectados.

*Control*: usa un byte en caso de módulo 8 y dos bytes en caso de módulo 128. Dependiendo del campo de control se pueden dividir en tres frames: Unnumbered (U), Supervisory (S) e Information (I).

FCS: CRC Frame Check Sequence que ocupa dos bytes.

Los unnumbered frames se usan para establecer y desconectar el enlace, o reportar algunos errores de procedimiento. Algunos U-frames son:

- SNRM Set Normal Response Mode
- UA Unnumbered Acknowledgement
- DISC Disconnect
- RD Request Disconnect
- DM Disconnect Mode
- FRMR Frame Reject
- XID Exchange Station Identification
- SIM Set Initialization Mode
- RIM Request Initialization Mode
- TEST Test
- UI Unnumbered Information

Los "information frames" son los que llevan información de usuario. Cada I-frame tiene un número de secuencia  $N(s)$  además del número de request  $N(r)$ . Una característica especial del SDLC es el bit de P/F (poll si es host, final si es terminal), en el campo de control. Para el host  $P=0$  indica que todavía hay más información para enviar y la terminal no se puede responder hasta que ponga  $P=1$ . Para los equipos secundarios se pone  $F=0$  si todavía hay más información que enviar y se pone  $F=1$  cuando requiere que el host le patea.

A continuación presentaremos tres esquemas que indican la secuencia de el establecimiento de un enlace de SDLC, el intercambio de información y el proceso de la desconexión. Señalando los mensajes del lado del host y los mensajes del lado del terminal. Esto es lo que cada uno de ellos envía y lo que el otro le responde.

Una sesión típica de SDLC para una dirección puede ser como sigue:

a).- Establecer enlace de SDLC:

PRIMARIO (HOST)	SECUNDARIO (TERMINAL)	SIGNIFICADO
XID (P:1)		El host solicita ID de la terminal
	XID (F:1)	La terminal identifica con su ID
SNRM (P:1)		El host inicializa la sesión de SDLC
	UA (F:1)	La terminal responde a la inicialización.
RR (P:1, Nr:0)		Empieza la transacción de la información
	RR (F:1,Nr:0)	

b).- Intercambio de información de SDLC:

PRIMARIO (HOST)	SECUNDARIO (TERMINAL)	SIGNIFICADO
RR (P:1, Nr:0)		El host solicita Inf. 0 (poleo)
	INF (F:1, Ns:0, Nr:0)	La terminal envía Inf. 0 con final 1.
RR (P:1, Nr:1)		El host reconoce la Inf. 0 y pide Inf. 1.
	Inf (F:0, Ns:1, Nr:0)	La terminal envía Inf. 1 e indica que hay más con Final = 0.
RR (P:1, Nr:0)	Inf (F:0, Ns:2, Nr:0)	La terminal envía Inf. 2.
	RR (F:1, Nr:0)	Ahora la terminal solicita el reconocimiento de todo lo que envió.
RR (P:1, Nr:3)		El host reconoce todos los frames.
	RR (F:1, Nr:0)	La terminal responde con RR
Inf (P:1, Ns:0, Nr:3)		El host envía Inf. 0 y pide reconocimiento.
	RR (F:1, Nr:0)	La terminal solicita otra vez Inf. 0.
Inf (P:1, Ns:0, Nr:3)		El host repite la Inf. 0
	RR (F:1, Nr:1)	La terminal reconoce la Inf. 0 del host.
RR (P:1, Nr:3)		El host sigue poleando.
	RR (F:1, Nr:1)	La terminal responde con RR

c).- Desconexión del enlace de SDLC:

Desconexión por host:

PRIMARIO (HOST)	SECUNDARIO (TERMINAL)	SIGNIFICADO
DISC (P:1)		El host desconecta el enlace.
	UA (F:1)	La terminal esta desconectada.

Desconexión por terminal:

PRIMARIO (HOST)	SECUNDARIO (TERMINAL)	SIGNIFICADO
RR (P:1, Nr:3)		El host patea.
	RD (F:1)	La terminal solicita desconexión.
DISC		El host desconecta la terminal
	UA (F:1)	La terminal esta desconectada.

Antes de finalizar el presente capítulo, mencionaremos que el equipo terminal (llámese cajero automático o servidor para terminales punto de venta) es capaz de detectar y recuperar ciertas transmisiones con errores. Estos equipos soportan dos niveles de detección de errores: Detección de errores SDLC y detección de errores SNA.

Para errores SDLC (SDLC error recovery).

A nivel enlace, el terminal detecta los siguientes tipos de errores de transmisión:

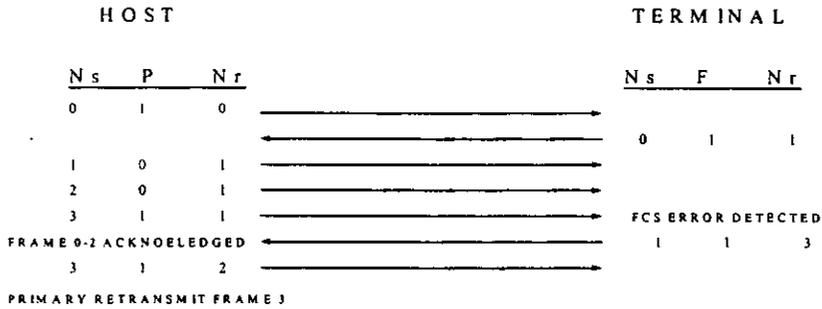
FCS Errors, Invalid frame, Invalid frame content, Sequence Errors, Time-out.

Cuando un error es detectado en un frame recibido, el terminal solicita su retransmisión, usando el número de secuencia del frame (Nr). Es responsabilidad de la red, limitar el número de intentos de retransmisión.

#### FCS Error

Cada frame contiene un campo FCS. El frame check es un "cyclic redundancy check" (CRC) representado sobre todos los campos del frame, excluyendo las banderas de inicio y fin. La estación transmisora computa un chequeo en el frame e inserta el resultado como campo FCS. La estación receptora desarrolla el mismo chequeo en el mensaje entrante y compara el total a el FCS que fue enviado. Este método permite múltiples detecciones de bit error.

Cualquier frame transmitido que es recibido con un FCS error, es descartado. Si el frame es un frame de información, la estación receptora no incrementa el (Nr) contador. La estación transmisora es notificada de que el frame no fue aceptado cuando la estación receptora envía el siguiente frame de información o supervisión, ver figura 3.1.11. esto es para que la estación transmisora retransmita correctamente el mensaje que tenia error.



FUGURA 3.3.11 FCS SECUENCIA DE ERROR

### Invalid frame

Un frame SDLC si no esta limitado por banderas (hex 7E) o si la longitud del frame, excluyendo las banderas, es menor que 32 bits (longitud de: address, control y FCS field).

### Invalid frame content

A nivel de enlace, el terminal checa el contenido del frame. El terminal checa el valor del campo de control, checa si el campo de información es permitido para ese frame, y checa la longitud del campo de la información. Estos campos son checados por posibles errores de:

*Un comando SDLC inválido en el campo de control, El Nr en el campo de control es mayor que el valor esperado, El campo de información está presente en un campo prohibido y por último, El campo de información tiene una longitud mayor a 265 bytes.*

### Sequence errors

El frame sequence number (Nr y Ns) proveen un método de detección y recuperación en caso de fallas de enlace. Estas fallas incluyen una pérdida temporal de la señal de transmisión y errores introducidos por el canal de comunicación. Si el enlace falla, cambió el valor de los contenidos de los frames, el error resultante puede ser uno de los siguientes:

*FCS error, Invalid frame content y Invalid Nr.*

### Time-out

Con la facilidad SDLC/SNA, el terminal interpreta un time-out como un periodo de tiempo donde una actividad no válida en SDLC ocurre (ausencia de RR, RNR o frames de información recibidos).

### SNA error recovery

De acuerdo a la estructura de SDLC/SNA, muchos de los errores que ocurren a nivel de enlace son detectados y corregidos por SDLC. Sin embargo un error podría ocurrir al comienzo de la sesión o durante la sesión, por alguna de las siguientes razones:

- BIND fue recibido aunque la LU esta ya activa
- Parámetros inválidos de sesión recibidos
- Función de requerimiento no soportada
- Datos inválidos
- Error de secuencia (chaining error)
- Requerimiento recibido mientras se esta transmitiendo
- Un requerimiento fue enviado a una LU que no es parte de una sesión.

Cuando uno de estos errores ocurre, el terminal, envía una respuesta negativa. La respuesta negativa incluye un senso del campo de datos (data field) que describe el error.

Es responsabilidad de la red recobrar información de un error SNA. Esta recuperación puede incluir alguna de las siguientes acciones:

- Retransmitir la secuencia que tuvo error.
- Terminar la sesión (UNBIND)

Con esta información podemos entender el proceso del protocolo SDLC/SNA, que es el usado en la institución financiera "x". Existen muchos más protocolos, incluso los hay para redes de micro computadoras, con servidores y múltiples aplicaciones tales como el TCP/IP, ATM y muchos otros (para que no haya confusión, ATM como protocolo significa Asynchronous Transmission Method). Todos ellos no son objeto del presente trabajo, esta es la razón por la cual se abundo más en el SDLC con la idea de que en el capítulo V se comprenda mejor como es que el equipo de radio enlace que se va a sugerir en el presente trabajo maneja y controla este protocolo.

En el siguiente capítulo hablaremos de los problemas que tiene la institución financiera "x", al tener sus cajeros automáticos y servidores para terminales punto de venta, enlazados por medios convencionales tales como: líneas privadas y líneas telefónicas.

## CAPITULO IV

### Análisis del problema.

En este capítulo analizaremos el problema que esencialmente, para la institución financiera "x", consiste en el medio por el cual tiene enlazados los equipos terminales, en sus puntos de negocio; sean estos: cajeros automáticos ubicados en alguna empresa o bien un servidor que controla y administra n - terminales punto de venta, en una tienda de autoservicio. La disponibilidad, que la institución financiera "x", debe ofrecer de sus servicios a través de estos equipos, debe ser muy alta, arriba del 99.5 % como se había mencionado en el capítulo I. A continuación en el presente capítulo ejemplificaremos como con los medios de comunicación actuales: líneas privadas y líneas conmutadas (líneas telefónicas), la disponibilidad permanece en un nivel incluso arriba del requerido, por periodos más o menos cortos o largos y más bien impredecibles. Pero que al momento de fallar, es muy difícil recuperarlos en un tiempo aceptable, se tarda a veces más de 48 ó 72 horas, incluso han sido semanas; con lo que la disponibilidad se va abajo del 90 %, 80% e incluso más abajo, lo que da origen a sugerir el sistema del presente trabajo y el cual será presentado en el capítulo siguiente.

#### 4.1).- Análisis del problema de la institución financiera "x"

La institución financiera "x", como se había mencionado en el capítulo I, es una institución que ofrece servicios financieros a otras empresas, comercios y público en general. En este punto, cabe aclarar que la institución financiera "x", tiene sucursales y edificios corporativos en toda la ciudad de México, incluso en todos y cada uno de los estados de la República Mexicana. Y también, en todos y cada uno de estos sitios existen puntos de negocio, por lo que el análisis aquí presentado se hará para tres puntos de la República Mexicana: el Distrito Federal, la ciudad de Toluca y la ciudad de Villahermosa.

Para cada uno de estos puntos se realizará un análisis de la disponibilidad de sus equipos que conectan a los puntos de negocio en estas ciudades y posteriormente en otro capítulo se compararan con la disponibilidad de otros equipos que conectan a diversos puntos de negocio con la tecnología que aquí se sugiere, y que se implementa a partir de este año como prueba piloto.

A continuación presentamos los puntos a los cuales se les sometió a una observación muy de cerca. En las siguientes tablas se mencionan la ciudades, el tipo de servicio (cajero o servidor) y el tipo de medio de enlace, así como el periodo de medición de la disponibilidad. Y como podremos observar se trata del Distrito Federal, Toluca y Villahermosa, durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre de 1997.

Agosto 1997

México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	Línea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	4800	18.43%	81.57%
2	Cementos anahuac	Línea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	240	0.92%	99.08%
3	Buffete Industrial	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	360	1.38%	98.62%
4	Tienda del Nuevo Mundo	Línea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Productos Roche	Línea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	600	2.30%	97.70%
6	Seguros la Comercial	Línea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Ferronales Pantaco	Línea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	2000	7.68%	92.32%
8	El universal	Línea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	Hospital Angeles	Línea Privada	ATM	Daño de la línea privada en la acometida de Tel-mex	1100	4.22%	95.78%
10	Chrysler	Línea Privada	ATM	Daño de la línea privada en la acometida de Tel-mex	200	0.77%	99.23%
11	Issste Ciudadela	Línea Telefonica	POS	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	900	3.46%	96.54%
12	Pemex 18 de marzo	Línea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	7200	27.65%	72.35%
13	3M DE MEXICO	Línea Telefonica	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	720	2.76%	97.24%
14	IMSS la Raza	Radio Punto a Punto	ATM	Ningun problema en enlaces ni equipos.	0	0.00%	100.00%
15	Sears Satellite	Línea Privada	ATM	Daño de la línea privada en trayecto intermedio	120	0.46%	99.54%
16	Issste Lomas Verdes	Línea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
17	Price Club Plaza Satellite	Línea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
18	Gigante Villacoapa	Línea Privada	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	60	0.23%	99.77%
19	Seguros Monterrey	Línea Privada	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	60	0.23%	99.77%
20	Seguros Monterrey	Línea Privada	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
Promedio:					915	3.51%	96.49%

disponibilidad para Agosto = 31x14x60=26,040 minutos = 100 %

Septiembre 1997

México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	300	1.19%	98.81%
2	Cementos anahuac	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	720	2.86%	97.14%
3	Buffete Industrial	Linea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Tienda del Nuevo Mundo	Linea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Productos Roche	Linea Telefonica	ATM	Ninguno por comunicaciones	300	1.19%	98.81%
6	Seguros la Comercial	Linea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	360	1.43%	98.57%
7	Ferronales Pantlaco	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	480	1.90%	98.10%
8	El universal	Linea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	Hospital Angeles	Linea Privada	ATM	Daño de la línea privada en la acometida de Tel-mex	6300	25.00%	75.00%
10	Chrysler	Linea Privada	ATM	Daño de la línea privada en la acometida de Tel-mex	5600	22.22%	77.78%
11	Isssie Ciudadela	Linea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
12	Pemex 18 de marzo	Linea Telefonica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
13	3M DE MEXICO	Linea Telefonica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
14	IMSS la Raza	Radio Punto a Punto	ATM	Ningun problema en enlace ni equipos (Prob. de E.E.)	60	0.24%	99.76%
15	Sears Satellite	Linea Privada	ATM	Daño de la línea privada en trayecto intermedio	1050	4.17%	95.83%
16	Isssie Lomas Verdes	Linea Telefonica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
17	Price Club Plaza Satellite	Linea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
18	Gigante Villacoapa	Linea Privada	ATM	Ruido en la línea privada, interrupciones constantes	2500	9.92%	90.08%
19	Seguros Monterrey	Linea Privada	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	120	0.48%	99.52%
20	Seguros Monterrey	Linea Privada	POS	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	240	0.95%	99.05%
Promedio:					901.5	3.58%	96.42%

disponibilidad para Agosto = 30x14x60=25,200 minutos = 100 %

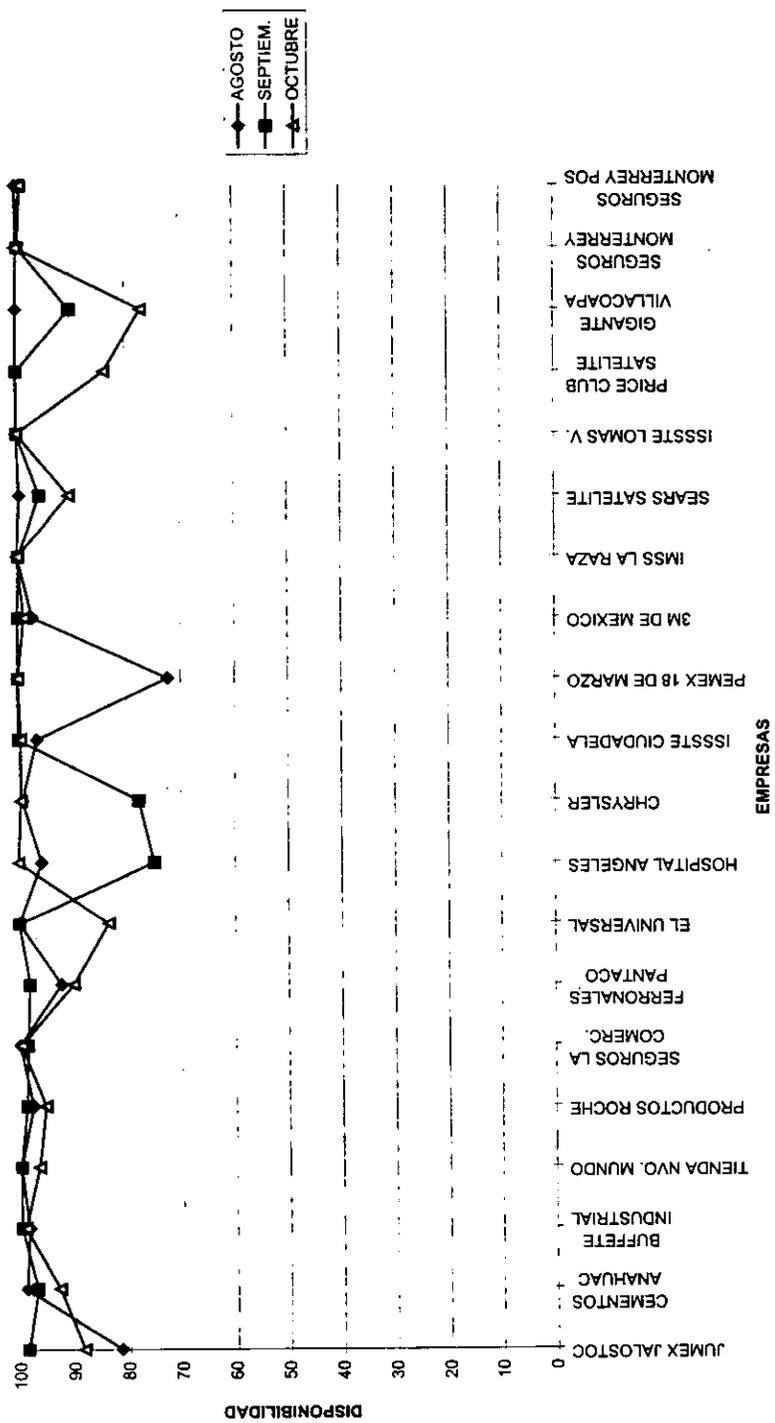
México Distrito Federal

Octubre 1977.

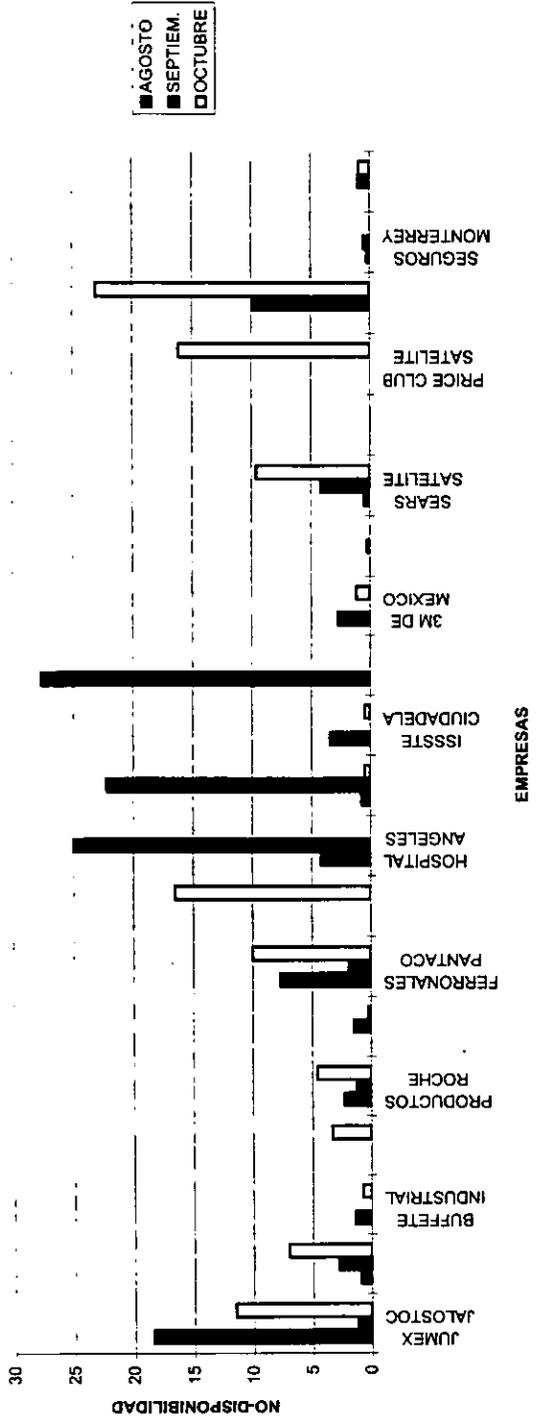
No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No disponibilidad en ventana de servicio	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	Línea Telefónica	ATM	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	3000	11.52%	88.48%
2	Cementos anahuac	Línea Telefónica	ATM	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	1820	6.99%	93.01%
3	Buffete Industrial	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	180	0.69%	99.31%
4	Tienda del Nuevo Mundo	Línea Telefónica	POS	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	870	3.34%	96.66%
5	Productos Roche	Línea Telefónica	ATM	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	1200	4.61%	95.39%
6	Seguros la Comercial	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	60	0.23%	99.77%
7	Ferronales Pantaco	Línea Telefónica	ATM	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	2600	9.98%	90.02%
8	El universal	Línea Telefónica	POS	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	4300	16.51%	83.49%
9	Hospital Angeles	Línea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Chrysler	Línea Privada	ATM	Daño de la línea privada en la acomoda de Tel-mex	120	0.46%	99.54%
11	Isssle Ciudadela	Línea Telefónica	POS	Daño de la línea en la central pública de Tel-mex	120	0.46%	99.54%
12	Pemex 18 de marzo	Línea Telefónica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
13	3M DE MEXICO	Línea Telefónica	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	300	1.15%	98.85%
14	IMSS la Raza	Radio Punto a Punto	ATM	Ningun problema en enlace ni equipos.	0	0.00%	100.00%
15	Sears Satellite	Línea Privada	ATM	Daño de la línea privada en trayecto intermedio	2500	9.60%	90.40%
16	Isssle Lomas Verdes	Línea Telefónica	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
17	Price Club Plaza Satellite	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	4200	16.13%	83.87%
18	Gigante Villacoapa	Línea Privada	ATM	Ruido en la línea privada, interrupciones constantes	6000	23.04%	76.96%
19	Seguros Monterrey	Línea Privada	ATM	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	0	0.00%	100.00%
20	Seguros Monterrey	Línea Privada	POS	Ningun problema ni en la línea, ni en los equipos	240	0.92%	99.08%
Promedio:					1375.5	5.28%	94.72%

disponibilidad para Octubre =  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN MEXICO D.F. EN TRES MESES



COMPORTAMIENTO DE LA NO-DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN MEXICO D.F. EN TRES MESES



Agosto 1997.

Villahermosa

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	limsa	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	360	1.38%	98.62%
2	SEP	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	480	1.84%	98.16%
3	Refineria	Radio Punto a Punto	ATM	Ninguno por comunicaciones (Problema E. E.)	120	0.46%	99.54%
4	Pemex I	Linea Telefonica	ATM	Desconexion en la central de Tel-mex	6900	26.50%	73.50%
5	Pemex II	Linea Telefonica	ATM	Desconexion en la central de Tel-mex	120	0.46%	99.54%
6	Pemex III	Linea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	2300	8.83%	91.17%
<b>Promedio:</b>					<b>1713.33</b>	<b>6.58%</b>	<b>93.42%</b>

disponibilidad para Agosto= 31x14x60=26,040 minutos = 100 %

Toluca

Agosto 1997.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Oneida	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	3000	11.52%	88.48%
2	Robert Bosch	Linea Telefonica	ATM	Daño de la línea en la central publica de Tel-mex	1000	3.84%	96.16%
3	Nissan	Linea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	2160	8.29%	91.71%
4	Sam's	Radio Punto a Punto	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Molinera San Vicente	Linea Telefonica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	General Motors	Linea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	240	0.92%	99.08%
7	Quimica Hoechst	Linea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	3200	12.29%	87.71%
8	Roxel	Linea Privada	ATM	Desconexion de línea en trayecto final	480	1.84%	98.16%
9	Bimbo	Linea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Moldes y exhibidores	Linea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>					<b>1008</b>	<b>3.87%</b>	<b>96.13%</b>

disponibilidad para Agosto= 31x14x60=26,040 minutos = 100 %

Septiembre 1997.

Villahermosa

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Imss	Línea Telefónica	ATM	Sin problemas por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	SEP	Línea Telefónica	ATM	Sin problemas por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Refinería	Radio Punto a Punto	ATM	Daño en radio remoto	120	0.48%	99.52%
4	Pemex I	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en la central de Tel-mex	240	0.95%	99.05%
5	Pemex II	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en la central de Tel-mex	600	2.38%	97.62%
6	Pemex III	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	360	1.43%	98.57%
Promedio:					220	0.87%	99.13%

disponibilidad para Septiembre = 30x14x60=25,200 minutos = 100 %

Toluca

Septiembre 1997.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Onelida	Línea Telefónica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	Robert Bosch	Línea Telefónica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Nissan	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	540	2.30%	97.70%
4	Sam's	Radio Punto a Punto	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Molinera San Vicente	Línea Telefónica	ATM	Desconexión de línea en central telefónica	540	2.30%	97.70%
6	General Motors	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	480	2.04%	97.96%
7	Química Hoecht	Línea Privada	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Roxel	Línea Privada	ATM	Desconexión de línea en trayecto final	60	0.26%	99.74%
9	Bimbo	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	120	0.51%	99.49%
10	Moldes y exhibidores	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	240	1.02%	98.98%
Promedio:					198	0.84%	99.16%

disponibilidad para Septiembre = 30x14x60=25,200 minutos = 100 %

Octubre 1997.

Villahermosa

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Imss	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en la central de Tel-mex	2800	10.75%	89.25%
2	SEP	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en la central de Tel-mex	880	3.38%	96.62%
3	Refinería	Radio Punto a Punto	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Pemex I	Línea Telefónica	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Pemex II	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en la central de Tel-mex	90	0.35%	99.65%
6	Pemex III	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	900	3.46%	96.54%
<b>Promedio:</b>					<b>776.3333333</b>	<b>2.99%</b>	<b>97.01%</b>

disponibilidad para Octubre= 31x14x60=26,040 minutos = 100 %

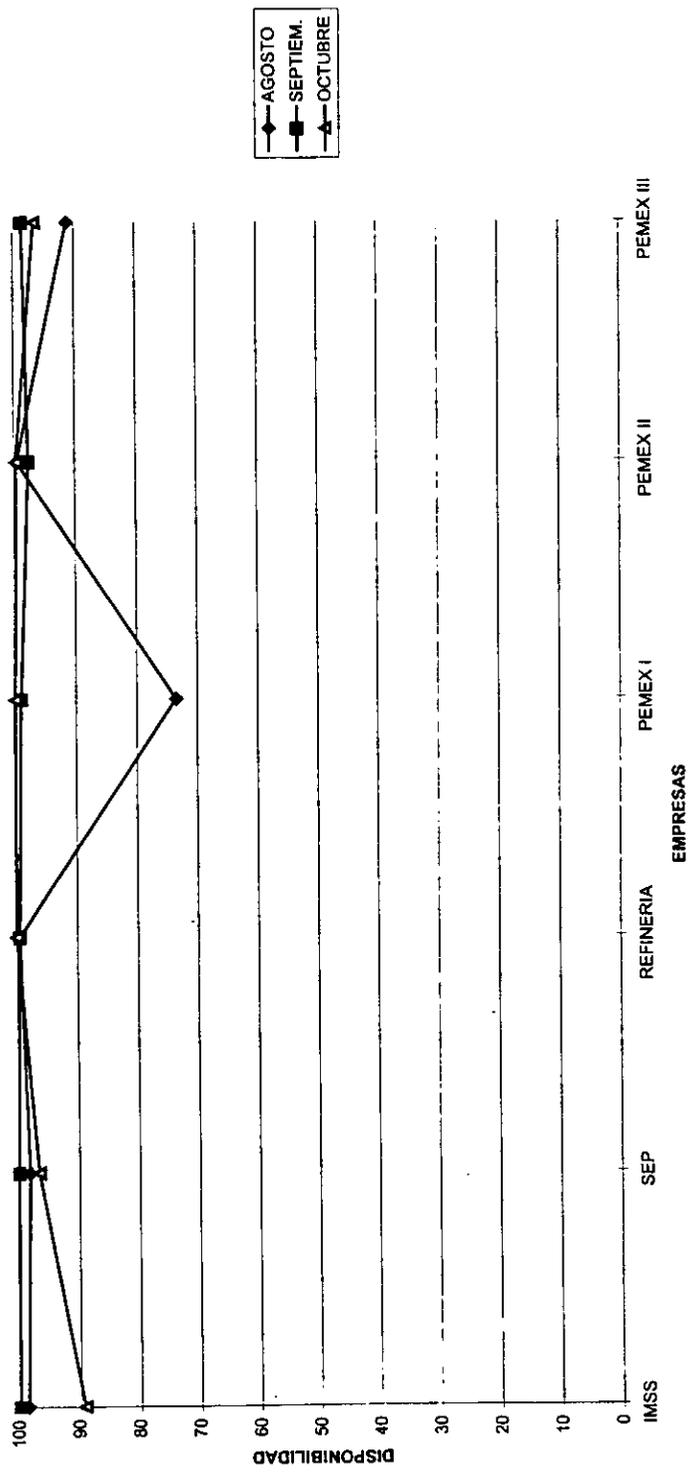
Toluca

Octubre 1997.

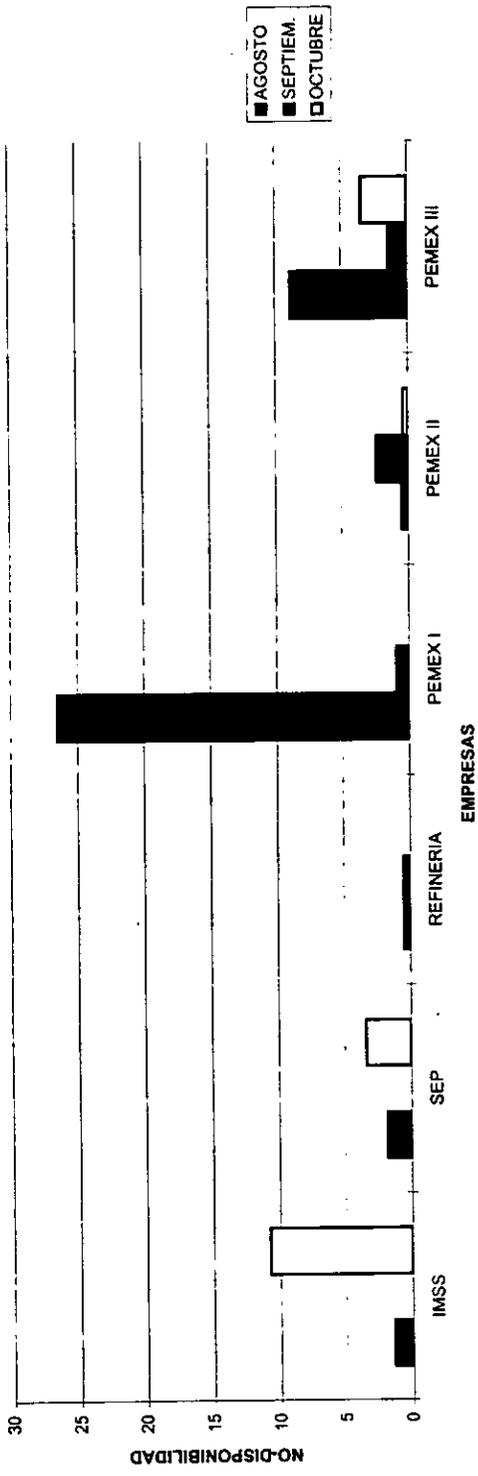
No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Onelida	Línea Telefónica	ATM	Desconexión de línea en trayecto final	470	2.00%	98.00%
2	Robert Bosch	Línea Telefónica	ATM	Desconexión de línea en trayecto final	2300	9.78%	90.22%
3	Nissan	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	560	2.38%	97.62%
4	Sam's	Radio Punto a Punto	ATM	Problemas con antena remota (se reenfrenta)	120	0.51%	99.49%
5	Molinería San Vicente	Línea Telefónica	ATM	Desconexión en central telefónica	240	1.02%	98.98%
6	General Motors	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	180	0.77%	99.23%
7	Química Hoecht	Línea Privada	ATM	Desconexión de línea en trayecto final	6500	27.64%	72.36%
8	Rexel	Línea Privada	ATM	Desconexión de línea en trayecto final	180	0.77%	99.23%
9	Bimbo	Línea Privada	ATM	Ruptura de línea privada en trayecto intermedio	360	1.53%	98.47%
10	Módios y exhibidores	Línea Privada	ATM	Línea con humedad	180	0.77%	99.23%
<b>Promedio:</b>					<b>1109</b>	<b>4.72%</b>	<b>95.28%</b>

disponibilidad para Octubre= 31x14x60=26,040 minutos = 100 %

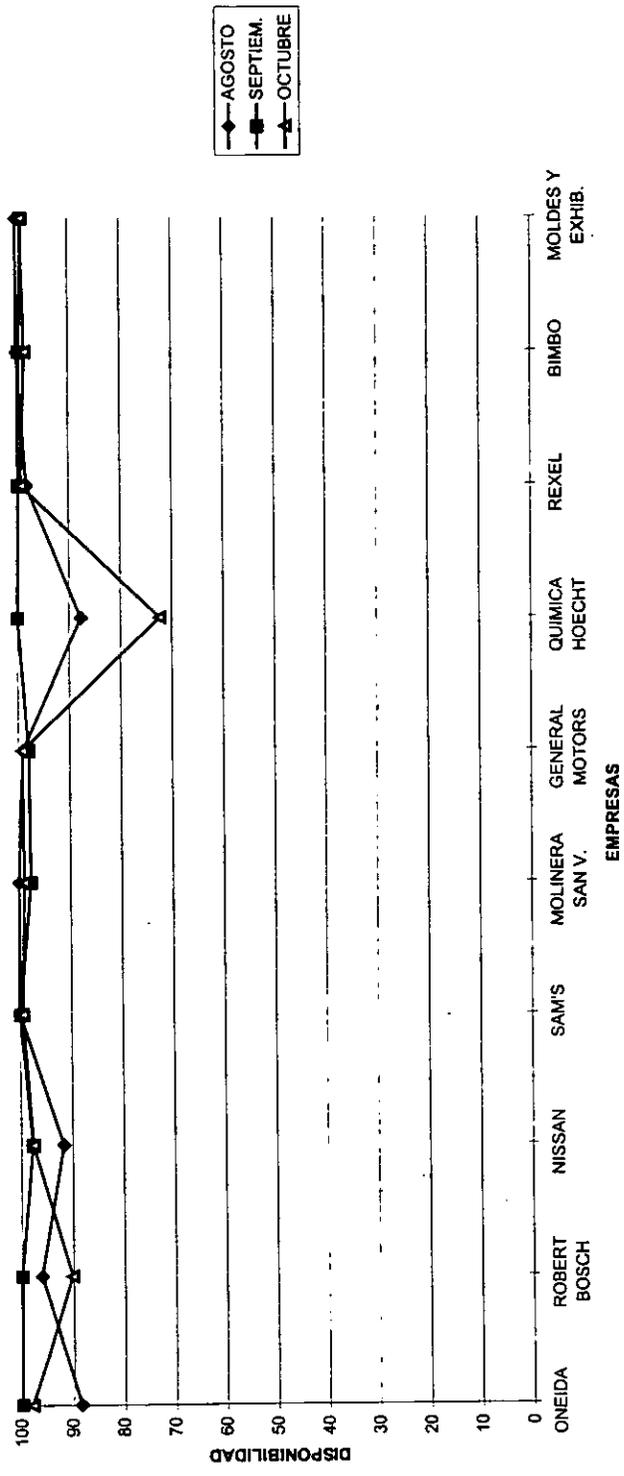
COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN VILLAHERMOSA EN TRES MESES



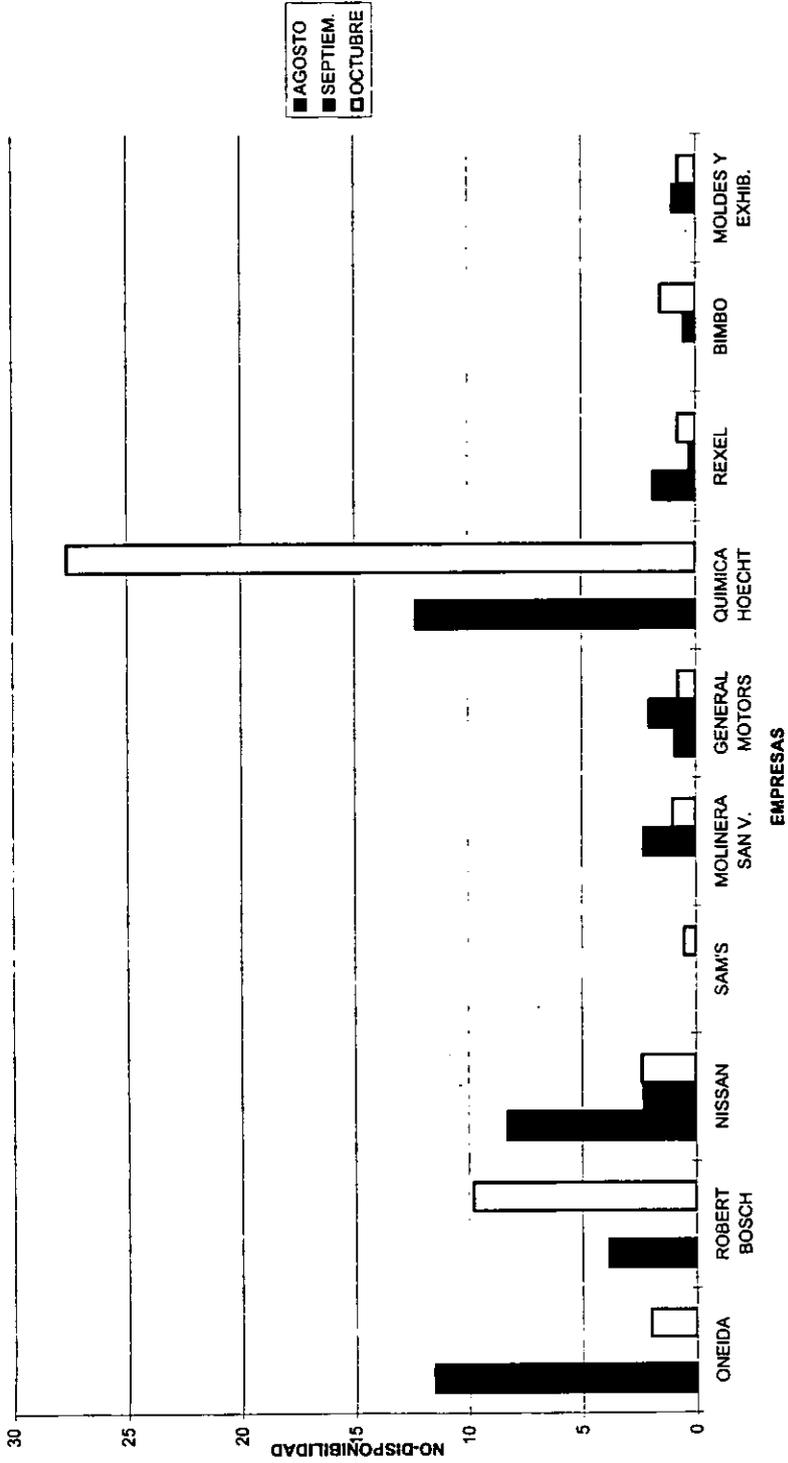
**COMPORTAMIENTO DE LA NO-DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN VILLAHERMOSA EN TRES MESES**



COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN TOLUCA EN TRES MESES



COMPORTAMIENTO DE LA NO-DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN TOLUCA EN TRES MESES



De las gráficas anteriores podemos deducir los siguientes puntos, los cuales confirman lo que se había mencionado al principio:

- La disponibilidad por comunicaciones en un medio de enlace a través de dos modems por línea conmutada o bien línea privada, se mantiene en un nivel más o menos aceptable durante un cierto intervalo de tiempo, pero en cualquier momento y en cualquier punto pueden fallar.
- El análisis de las fallas presentadas en este tipo de enlaces demuestra que el principal contribuyente, esto es, el componente que más falla, es precisamente el medio: la línea privada o la línea telefónica. Por otra parte los equipos encargados de realizar el enlace, durante este periodo y en estos puntos, no presentaron mayor problema.
- El comportamiento estadístico de la disponibilidad de los puntos analizados no muestra algún patrón o alguna característica que nos indique que el problema es en alguna ciudad en particular o bien en algún punto en particular (empresa).
- Revisando los tipos de medio, observamos que, aunque solo hay tres enlaces por radio (punto a punto), en todos los puntos analizados, este permanece con una estabilidad más cercana al 100 %, ya que los valores son:

Para IMSS la Raza (D.F.): 100 %, 99.76 % y 100 % para los meses de Agosto, Septiembre y Octubre de 1997, respectivamente.

Para Refinería (Villahermosa): 99.54 %, 99.52 % y 100 % para los mismos meses.

Para Sam's (Toluca): 100 %, 100 % y 99.49 % también para esos tres meses.

Esto nos hace pensar de entrada que es más confiable el medio de radiofrecuencia, pero habrá que hacer un análisis más detallado y preciso para validar esta apreciación obtenida de las gráficas. Además estos enlaces de radio son punto a punto, es decir es un radio conectado contra otro, a diferencia del sistema sugerido en el presente trabajo donde se trata de un sistema punto multipunto.

- Las líneas privadas y líneas telefónicas pueden fallar en cualquier momento, y desafortunadamente han fallado, para los cajeros instalados en empresas, en días de quincena cuando los empleados necesitan cobrar su sueldo. Esto representa un gran problema para la institución financiera "x", ya que muchas de las compañías ha querido cancelar sus contratos por no obtener un servicio adecuado.

Por otra parte cuando es un punto o bien el problema persiste solo en alguna ciudad, se puede más o menos manejar, buscándole una solución específica, pero cuando el problema es aleatorio y la falla puede surgir en cualquiera de los puntos y en cualquier momento esto hace que incluso la disponibilidad promedio de cada una de las ciudades sea menor del 99 % como lo indica la tabla siguiente:

% PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD EN CADA UNA DE LA CIUDADES.

MES / CIUDAD	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
DISTRITO FEDERAL	96.49 %	86.49 %	94.72 %
VILLAHERMOSA	93.42 %	99.13 %	97.01 %
TOLUCA	96.13 %	99.16 %	95.28 %
<b>PROMEDIO:</b>	95.346 %	94.936 %	95.67 %

Se puede observar en esta tabla que incluso promediando las tres ciudades para sacar una disponibilidad a nivel nacional, esta es mucho menor incluso al 99 %.

Cabe mencionar que los meses analizados, representan meses en los cuales los enlaces son más inestables por la época de las lluvias que afectan la red pública de tel-mex dañando las líneas privadas y líneas conmutadas, debido a que la red es ya muy vieja sus trayectorias (registros, tuberías y pozos) por lo que se inundan ocasionando lo que se conoce como ruido y humedad en las líneas y que nos es otra cosa que la pérdida de la calidad del enlace ocasionado por una relación señal a ruido inapropiada. En otras palabras, se trasmite y se recibe más ruido que señal o datos. En otras épocas del año se tiene una mejoría que realmente no es muy significativa y que de cualquier manera sigue representando un grave problema que se tiene que resolver definitivamente con un cambio de tecnología.

No se necesita realmente realizar un análisis muy profundo de las gráficas mostradas en el presente capítulo, las observaciones que se realizaron nos llevan a deducir realmente cual es el fondo del problema. Estas gráficas se compararán posteriormente con las del sistema presentado en esta tesis.

En el siguiente capítulo hablaremos de el sistema que esta proponiendo el presente trabajo y que es un sistema de radio pero a diferencia de los analizados en este capítulo, es un sistema punto multipunto y multiprotocolo, aprovechando y optimizando así los recursos.

## CAPITULO V

### **Propuesta de solución.**

En este capítulo hablaremos de la solución a los problemas que se describieron en el capítulo anterior, donde se observó una indisponibilidad por medios de comunicación, que aparte de tener un comportamiento aleatorio, su recuperación podía ser más o menos rápida o bien podía tardarse mucho tiempo, perjudicando la imagen y los negocios de la institución financiera "x".

El sistema que se propone como solución para todos estos problemas, es un enlace de radio ubicado en la banda UHF, cuyas características principales son:

- es un enlace punto - multipunto, lo que significa que desde una base o repetidor se controlan varios puntos remotos asignándoles direcciones y manejando un protocolo propio para evitar problemas de coaliciones y diálogos entre el equipo central y sus terminales.
- es un equipo que puede manejar más de un protocolo de comunicación (SDLC, HDLC, X.25, etc.), en su parte lógica, si bien uno a la vez o bien más de uno a la vez.

Como podemos observar estas son las principales ventajas ante un enlace que se establece por línea privada o bien línea conmutada, donde los equipos de comunicación, en este caso modems, son dedicados y exclusivos a un enlace, siendo solo un medio de transporte.

Este capítulo está dividido en tres secciones, comenzando por la descripción completa del sistema, así como su operación. En la segunda parte se describe como es la conexión del radio al Host del Banco y como maneja la transferencia de datos (protocolos). Por último se describe que adecuaciones físicas se requieren para la instalación del equipo de radio (antenas, cables, pararrayos, tierras físicas, alimentación eléctrica, etc.).

### **5.1 Radioenlace punto - multipunto y multiprotocolo.**

Una red de radio multipunto es conocida como una red de radiopaquetes que permite a los equipos terminales de datos, distribuidos geográficamente en una área metropolitana, comunicar con sus computadoras centrales (host) en forma eficiente, confiable, rápida y económica, sustituyendo a los enlaces alámbricos tradicionales vía línea telefónica o línea privada. Las aplicaciones más comunes son para los cajeros automáticos (ATM), terminales punto de venta (POS), micro - sucursales de los bancos, sistemas de reservaciones, consultas de bases de datos, transferencias de archivos y en general para la transmisión de datos.

El siguiente es un diagrama, fig. 5.1.1 que esquematiza el funcionamiento de una red de radiopaquetes, y que ya se había presentado en el capítulo I, se pueden observar los principales elementos de esta red, los cuales iremos describiendo paso a paso:

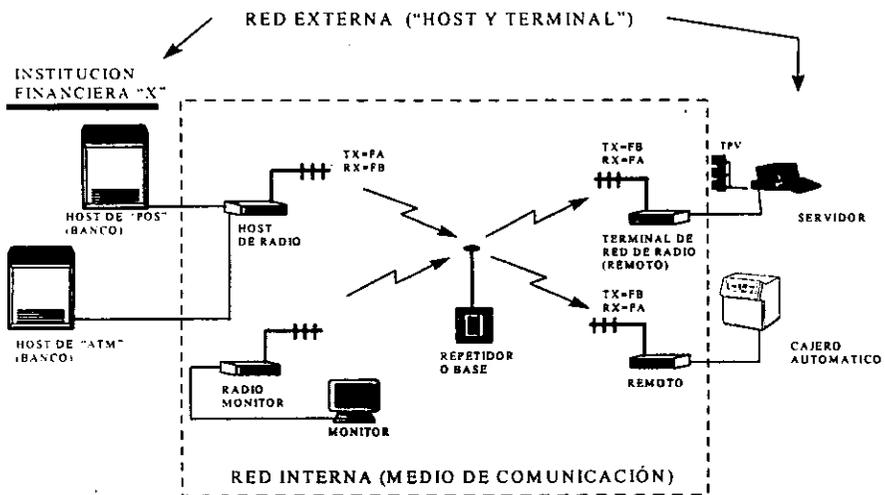


FIGURA 5.1.1 RED EXTERNA E INTERNA

Este es el primer concepto de una red de radiopaquetes, donde el host de radio se conecta al host de la institución financiera, este host de radio enlaza, vía radio, con su repetidor. Por otra parte el repetidor se enlaza con los puntos remotos, igual vía radio, y los remotos se conectan con el "terminal". Cabe mencionar que en este sistema, se usan dos frecuencias, una para transmitir y otra para recibir, es decir trabaja con dos frecuencias, las cuales están cruzadas como se observa en la figura 5.1.1. Otra observación importante es que el sistema de administración y monitoreo de la red se realiza a través de un radio programado con las frecuencias de la misma, y con un software cargado en unas Eprom's, para funcionar como monitor, habilitado con una antena para que este escuchando. A este radio se le conecta una pc la cual tiene cargado un programa que recibe los mensajes del puerto del radio y los despliega en el monitor de la pc y así con estos mensajes se tiene el comportamiento de la red de radiopaquetes en general y en particular del remoto que se desee.

El segundo concepto de una red de radiopaquetes, consta de una base, la cual se conecta al host de la institución financiera "x". Esta base transmite y recibe señales hacia cada uno de los remotos conectados a ella, en una sola frecuencia, es decir, trabaja bajo un esquema "half - duplex". Podemos observar así mismo, figura 5.1.2, que el sistema de administración y monitoreo no necesita un remoto más escuchando a la red con una antena propia, sino que en este caso todos los puntos conectados a la red, sean la base o cualquiera de los remotos, están equipados con un puerto de administración en el cual se conecta una PC con el software apropiado y puede monitorear la red en un comportamiento general y también en lo particular de la base o algún remoto deseado.

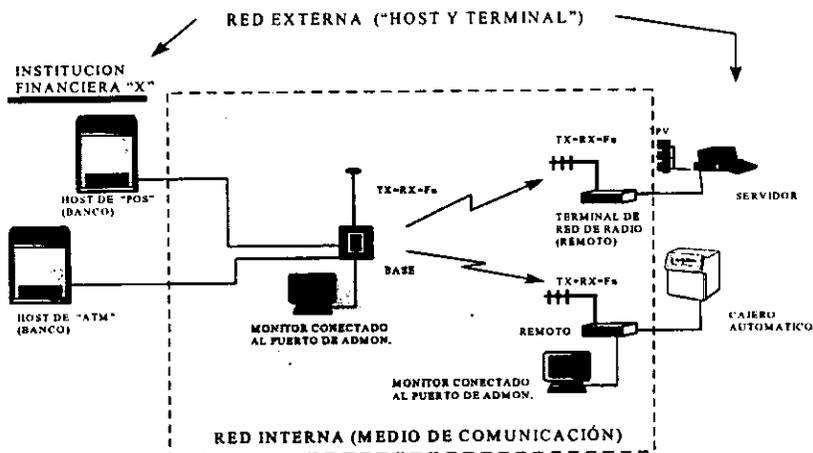


FIGURA 5.1.2 RED EXTERNA E INTERNA DEL ESQUEMA 2

De hecho este segundo esquema es el que se va a proponer para la institución financiera "x" por tener las siguientes ventajas (sobre el otro sistema):

- Mejor aprovechamiento del espectro electromagnético, al trabajar con una sola frecuencia, ya que se duplica el número posible de células o bien se pueden tener frecuencias de reserva o usarse para otras aplicaciones.

- Capacidad de monitorear la red desde cualquier punto remoto conectado a la misma, esto es útil para analizar el comportamiento de los equipos, incluso cuando se encuentran los ingenieros de servicio en campo.
- Software más poderoso para administrar y monitorear, además de que es mas amigable que el del otro sistema, y permite resetear puertos desde cualquier remoto que responda a un mensaje enviado.
- Cuenta con un puerto ethernet (opcional) para conectar la base a una LAN o WAN y poder monitorear mediante un software, redes remotas, de otros puntos de la república, esto es tener un monitoreo centralizado.

A continuación describiremos la red celular que consta de dos elementos fundamentales y dado que KB-Net es el equipo elegido dentro de la solución que estamos proponiendo, lo describiremos a continuación, de una manera general y sin entrar al detalle de como es que realiza cada una de sus funciones.

*La red celular KB-Net consta de dos elementos fundamentales: estaciones remotas y la estación base.*

La estación remota es el punto terminal de la red KB-Net, en donde se conectan los equipos terminales de usuarios (atm's, pc's, pos, etc.). Las estaciones remotas se comunican con la estación base por medio de un canal de radio "half-duplex" en la banda UHF (Ultra High Frequency) de 12.5 Khz de ancho de banda, a una velocidad de 9,600 bits por segundo. El canal es compartido en el tiempo por todas las estaciones remotas asignadas a esta célula, a través de un protocolo propietario del fabricante (Kb/Tel), denominado como "Controlled Random Acces wjth Reservation Protocol". Este protocolo permite un uso diferente de radio para las aplicaciones en línea y multiprotocolo de usuario.

Una célula tiene una área de cobertura de hasta 40 Km., dependiendo de las condiciones del terreno. Mediante la ubicación adecuada y planeada de células, se puede definir áreas de cobertura en una localidad. Puede haber varias células sobrepuestas, compartiendo el mismo sitio de la estación base, cada una con un canal de radio de diferente frecuencia.

Una o varias células de radio Kb/Net pueden funcionar independientemente o también pueden enlazar por una red WAN o MAN.

Las estaciones Kb/Net pueden conectar con los equipos de usuario a través de los puertos seriales RS-232 y se comunican en forma de punto - multipunto a través de radio.

Una estación Base tiene cuatro puertos seriales RS-232 para conectar con los equipos host de usuario, y con opción de equipar una tarjeta de red Ethernet para TCP/IP.

Una estación remota tiene dos puertos seriales RS-232 para conectar con los equipos terminales de usuario (puede llegar hasta cuatro puertos seriales de usuario), con opción de una tarjeta de red Ethernet para TCP/IP. Cada puerto serial se puede configurar independientemente con diferentes protocolos soportados tales como: SDLC, X.25, X.28, y otros protocolos. Los puertos seriales pueden tener una velocidad hasta 64 kbps (sincrono). Para el caso de TCP/IP el equipo soporta TCP/IP sobre Ethernet o SLIP sobre puerto serial.

Cada equipo de radio también proporciona un puerto serial para la configuración, monitoreo, control y administración de la red. El software de administración y control de la red Kb/Net (Kb/NMS DOS) puede correr en una PC simple. Las células Kb/Net pueden enlazar a través de una red TCP/IP y administrar por un centro de control y administración Kb/NMS windows que corre en una PC windows con TCP/IP.

Como veremos más adelante, es posible interconectar varias células de radio a través de alguna red de transporte MAN (Metropolitan Area Network) o WAN (Wide Area Network) o una combinación de ambas basada en las redes públicas existentes (Red Digital Integrada, RDI, Satélites, etc.) o en redes privadas de los propios usuarios.

Características principales y ventajas:

Las características principales del equipo de radiopaquetes elegido como solución en este trabajo de tesis, comparado con otros productos similares, son:

- Uso de una sola frecuencia de radio por célula para las comunicaciones entre la estación Base y las estaciones Remotas. Recordemos que otros sistemas usan repetidor y dos frecuencias, una para Tx y otra para Rx.
- Sin embargo se puede implementar un esquema base - repetidor - remotos para las necesidades del usuario (en este caso se usarían dos frecuencias: una de base a repetidor y otra de repetidor a remotos).
- Protocolo propietario de radio basado en multi - acceso y reservaciones controlados que usa eficientemente el canal de radio.
- Funciones avanzadas de control y administración de la red Kb/NET desde un puesto central y/o a nivel local, para cada uno de los elementos de la red.

- Manejo de interfaces de control y administración, basado en ventanas de uso sencillo, fácilmente adaptables a diferentes necesidades de los usuarios.
- Capacidad y flexibilidad para formar redes públicas y/o privadas, regionales o a nivel nacional hechas a la medida de cada necesidad o aplicación.
- Maneja multiprotocolo en la red. Los protocolos que se soportan:

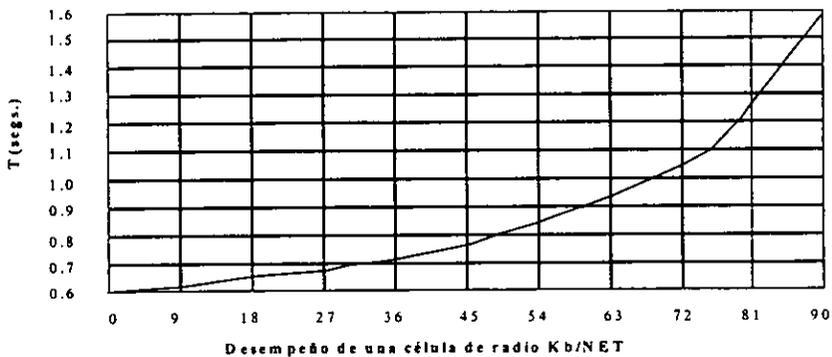
- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| 1.- SDLC                 | 2.- X.25        |
| 3.- X.28 (PAD Asíncrono) |                 |
| 4.- Poll / Select        | 5.- Visa I y II |
| 6.- TCP/IP y SLIP        | 7.- Asíncronos  |

#### Desempeño:

El desempeño de una célula Kb/NET se ha analizado por medio de un modelo matemático (que no se explica aquí pues solo lo conoce el fabricante). Dicho modelo toma en cuenta todos los factores reales del sistema y se ha comparado con el desempeño en sistemas reales y prácticas.

En la siguiente gráfica se muestra el desempeño del protocolo de radio para una célula. El desempeño (tiempo de respuesta ida - vuelta en función del número de cajeros automáticos) se evaluó para un ambiente de aplicación como los ATM's. El tráfico de los ATM's es: cada cajero genera dos mensajes por minuto y cada mensaje consiste en un "request" (longitud promedio 60 bytes) de cajero a host y una respuesta del host al cajero (longitud promedio 120 bytes).

Ter. a Host msg/min = 2, L. prom. = 60; Host a Term. msg/min = 2, L. prom. = 120



A continuación se realizará una breve descripción del modelo y especificación física del sistema sugerido en este trabajo: como célula de radiopaquetes tiene dos tipos de equipo: Base y Remotos y cualquiera de ellos esta formado por los elementos que muestra la siguiente figura 5.1.3

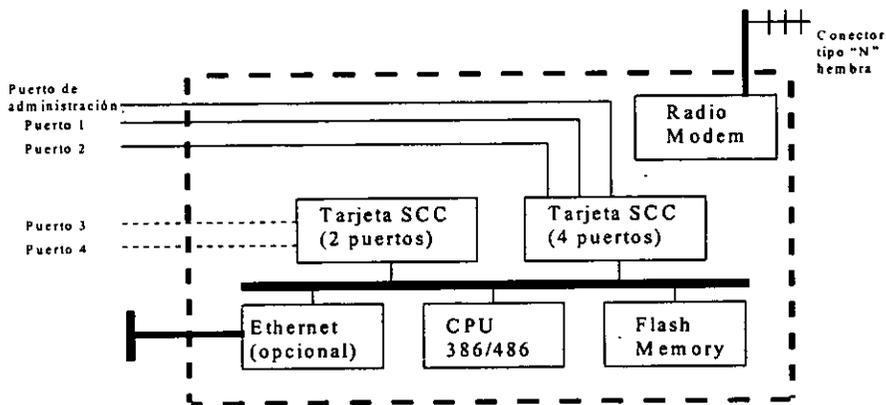


Figura 5.1.3 Diagrama de Bloques de equipo de radiopaquetes

Las características ambientales de trabajo son:

Temperatura:	- 10° C a 50° C
Humedad relativa	20 % a 80 % sin condensación.

La alimentación es de:

Voltaje nominal:	110 V (o 220 V)
Consumo máximo:	50 Watts.

El tamaño del equipo es de:

Largo:	42.5 cms.		
Alto:	11 cms.	Profundidad:	40 cms.

Los conectores de salida del usuario son:

Puertos del usuario:	RS-232 DB25 hembra (DCE) o macho (DTE)
Puerto administrador:	RS-232 DB-9 macho DTE (Kb/NMS DOS)
Puerto ethernet:	tipo "T" BNC
Antena:	"N" hembra

Apariencia física.

■ Panel frontal de Kb/NET

El panel que se encuentra en la parte frontal del equipo Kb/NET contiene (figura 5.1.4)

- El switch de encendido
- El botón de reinicialización
- Display de encendido
- Tres Leds (de radio, de puerto 1 y de puerto 2).

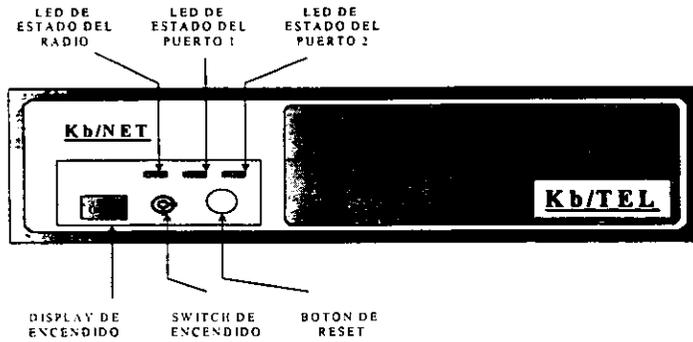
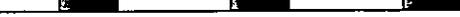


FIGURA 5.1.4 PANEL FRONTAL DEL SISTEMA

Los LED's tienen las siguientes funciones:

LED	FUNCIONES
LED DE RADIO *	<p>- BASE: Si el LED parpadea cada segundo, la BASE esta funcionando bien. Caso contrario, existe fallas de equipo.</p> <p>- REMOTOS: Si el LED tiene el siguiente patrón, el enlace de radio esta Online: on  off  Si el LED tiene el siguiente patrón, el enlace de radio esta Down: on  off  Caso contrario, el equipo tiene fallas.</p>
LED DE PUERTO 1	<p>on: Puerto de usuario 1 esta habilitado. off: Puerto de usuario 1 esta deshabilitado.</p>
LED DE PUERTO 2	<p>on: Puerto de usuario 2 esta habilitado. off: Puerto de usuario 2 esta deshabilitado.</p>

\* Cuando programa o consulta los parámetros de radio, el LED de radio queda prendido hasta que termine.

■ Panel posterior de Kb/NET

Los paneles posteriores tienen la siguiente forma, como se indica en la figura 5.1.5

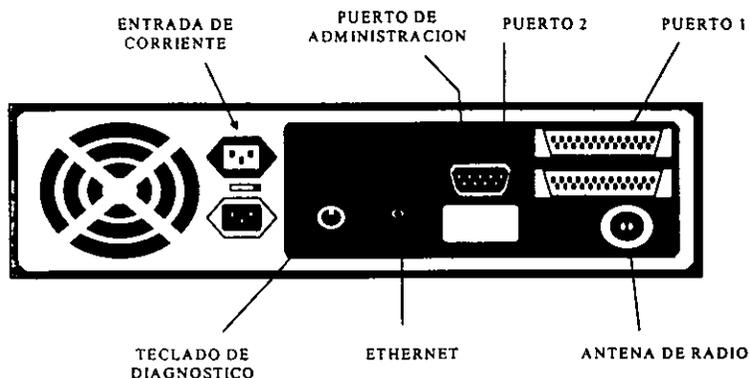


FIGURA 5.1.5 PANEL POSTERIOR DE LA BASE / REMOTO

El sistema Kb/NET cuenta con un Controlador, una Tarjeta de Memoria y una Tarjeta de Comunicaciones. El controlador Kb/NET usan procesadores 386 o 486 de 40 Mhz.

La tarjeta de memoria es una tarjeta diseñada para Kb/NET, esta tarjeta tiene flash memory, watchdog y manejador de LED's. Cada tarjeta de memoria puede tener un chip de flash-memory (128K) o dos chips (256K). Dependiendo de las funciones que desempeñe, base o remoto. El watchdog está habilitado por default.

La tarjeta de comunicaciones de Kb/NET usan el serial de "communication controller (SCC)" de Zilog 80C30. En los remotos existe una tarjeta SCC con 4 puertos seriales RS-232, mientras las Bases o Host tienen dos tarjetas de SCC. Nótese que los puertos seriales de Kb/NET usan conector macho para los DTE's y hembra para los DCE's. Los puertos de usuario 1, 2 y 3 son de tipo DCE's, mientras que el puerto de usuario 4 es de tipo DTE..

La interface RS-232 de Kb/NET es estándar como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla de Interface RS-232 de Kb/NET (Output →, Input ←)

DB25 No. PIN y Funciones	DTE (Puerto de usuario 4)	DCE (Puertos de usuarios 1,2,3)
1. Frame Ground	-----	-----
2. Transmit Data (TxD)	→	→
3. Receive Data (RxD)	←	←
4. Request to Send	→	→
5. Clear to Send (CTS)	←	←
6. Data Set Ready	←	←
7. Signal Ground (GND)	-----	-----
8. Data Carrier Detect (DCD)	←	←
15. Transmit Clock (TxC)	←	←
17. Receive Clock (RxC)	←	←
20. Data Terminal Ready (DTR)	→	→
24. External Transmit Clock (ETC)	→	→
DB 9 No. PIN y Funciones	DTE (Puerto de admon.)	DCE
2. Receive Data (RxD)	←	←
3. Transmit Data (TxD)	→	→
5. Signal Ground (GND)	-----	-----

Hasta aquí se ha descrito lo que podríamos llamar la parte lógica y modem, de las funciones del equipo, a continuación se hablará de lo que es propiamente el radio.

#### Radio Modem

Kb/NET usan los radios MDS 4310 de Microwave Data System. MDS 4310 es un radio digital sintetizable. El radio puede operar en las siguientes bandas de frecuencias: 350-370 MHz, 370-390 MHz, 390-410 MHz, 406-430 MHz, 430-450 MHz, 450-470 MHz, 470-490 MHz y **490-512 MHz**. *En este último rangò es donde se trabajará con la institución financiera "x".*

Dentro de la banda de operación, el radio es programable en incrementos de 6.25 KHz. El radio MDS ocupa un ancho de banda de 12.5 KHz. El MDS 4310 está equipado con un modem interno FSK síncrono o asíncrono, (9600 BPS). El nivel de recepción de señales es de -108 dBm.

El diseño del radio esta formado por una caja compacta de aluminio, con la unidad básica RF y todas las opciones de diagnóstico y modem. Consta de tres conectores externo y seis indicadores de estado del radio en la parte frontal de la caja. A continuación se explica brevemente cada uno de estos conectores.

*Conector de Antena:* El conector de la antena se encuentra en la parte frontal de la caja y es el conector RF. Es un conector de tipo "N" hembra y se conecta a un conector tipo "N" macho.

*Conector de Alimentación:* El radio se puede alimentar por una fuente de alimentación de + 13.8 VDC.

*Conector de interface a datos:* En la parte izquierda del panel frontal esta el conector de la interface, que consiste en un conector tipo "D" hembra de 25 pines, el cual permite tener una interface RS-232 directa con el puerto del radio del controlador Kb/NET. Para la aplicación del Kb/NET se utilizan 9600 BPS, asincronos, 8 bits de datos, un bit de stop, sin paridad. El cable RS-232 entre el controlador Kb/NET y el Radio Módem es un cable uno a uno (que se conecta del conector DB-25 hembra del controlador a un conector DB-25 macho del Radio Módem), los cuales utilizan los siguientes seis pines: 1, 2, 3, 4, 5, 7.

El transmisor MDS Radio se activa automáticamente cuando la señal RTS llega a nivel alto y se desactiva cuando la señal RTS esta en un nivel bajo. La señal CTS sube cuando la señal RTS esta en nivel alto, después de un retardo programable de las señales (5-20 mseg.). Las funciones de los pines del conector DB-25 se muestran en la tabla siguiente, luego de la figura 5.1.6

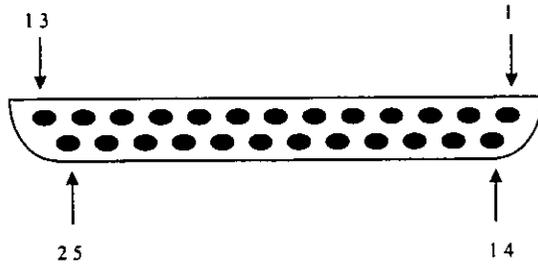


Figura 5.1.6 Interface de datos RS-232 del radio MDS

Funciones de los Pines del Radio MDS

Pin	Función	Pin	Función
1	Protective Ground	14	-----
2	Transmit Data (TxD)	15	Transmit Clock (TxC)
3	Receive Data (RxD)	16	-----
4	Request to Send	17	Receive Clock (RxC)
5	Clear to Send (CTS)	18	+ 13 Vdc
6	Data Set Ready (DSR)	19	+ 8 Vdc
7	Signal Ground	20	Receive Signal Indicator (RSSI)
8	Data Carrier Detect (DCD)	21	-----
9	-----	22	-----
10	Receive Unsilenced Sensor	23	-----
11	-----	24	External Transmit Clock (ETC)
12	Radio Disable	25	Out-of-Lock Alarm
13	-----		

Indicadores del panel frontal: En el panel frontal se encuentran seis leds que informan al usuario del estado de las funciones principales del radio, dichas funciones se muestran en la siguiente tabla:



Indicadores Externos de MDS Radio

Led	Función	Significado
TR	Terminal Ready	El radio ha recibido una señal de RTS del módem interno del dispositivo externo.
MR	Módem Ready	Ha transcurrido el tiempo de CTS y el radio esta listo para transmitir datos desde el dispositivo externo.
CD	Carrier Detect	El modem interno detecta y recibe la portadora a través del receptor de radio
TD	Transmit Data	Refleja el estado actual de la línea TxD del dispositivo externo. Led off = 0, Led on = 1.
IN	Radio Inhibited/Disable	Si el pin 12 esta a tierra, el conector de la interface desactiva todas las funciones del radio.
RD	Receive Data	Refleja el estado actual de la línea RxD del radio interno del modem. Led off = 0, Led on = 1.

Los equipos Kb/NET tienen equipados los radios que se programan y ajustan a la frecuencia del usuario. Los cambios de la frecuencia dentro de 1 MHz no se requiere reajustar el radio. Para un cambio mayor de un MHz, el reajuste del radio es necesario. El componente más importante para el reajuste es el voltaje de VCO del radio.

*\* Para mayor información sobre eso, se refiere al manual del usuario de MDS Radio, que no se describe aquí pues no es el objetivo del presente trabajo.*

En seguida hablaremos un poco de el administrador de Kb/NET explicándolo en forma sencilla sin profundizar mucho.

#### Administración Kb/NMS

Kb/NET tiene un sistema de control y administración (denominado Kb/NMS) moderno para realizar todas las tareas de configuración, monitoreo, cambio de versión de software, diagnóstico, estadísticas, alarmas y generar reportes.

Existen dos tipos de administración en Kb/NET: Kb/NMS DOS y Kb/NMS Windows. Estos dos software tienen diferentes usos, aunque son similares en muchas funciones, como se esquematiza en la figura 5.1.7

- Kb/NMS DOS es un software simple que puede correr en cualquier PC y sirve para administrar una célula de Kb/NET. De hecho, este software es muy práctico para instalaciones de remotos.
- Kb/NMS Windows es un software de administración centralizado. Este software requiere una PC con más capacidad y velocidad. La PC con Kb/NMS Windows es capaz de administrar todas las células de Kb/NET conectadas en una red X.25 o TCP/IP (en este caso requiere una tarjeta de X.25 o Ethernet). Este software también puede utilizar un puerto serial COM1 o COM2 de la computadora personal para comunicarse con el puerto de administración de Kb/NET (en forma asíncrona). En este caso es similar a Kb/NMS DOS.

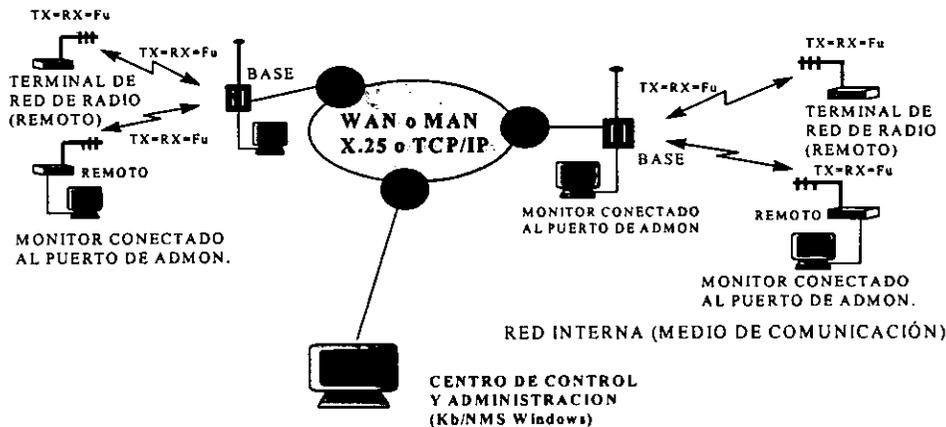


FIGURA 5.1.7 ESQUEMA DE ADMINISTRACION Y CONTROL

#### Administración y Control de Kb/Net

Kb/NMS puede administrar la red Kb/Net de diferentes maneras:

Centralizada o Distribuida (a nivel de células): Centralizada significa que desde un punto central llamado Centro de Control y Administración (CCA) se pueden administrar todas las células Kb/Net interconectadas por medio de una red X.25 o TCP/IP. Distribuida quiere decir que por cada célula se tiene un administrador que se maneja en forma independiente de las demás células.

Local o Remotamente (dentro de una célula): Dentro de una célula Kb/Net, el Kb/NMS puede administrar en forma local o remotamente. Las funciones básicas de administración Kb/NMS son:

- **Configuración:** Se puede configurar Kb/Net en línea. La configuración de los equipos Kb/Net se dividen en tres partes principales: Sistema, Radio, y Puertos de Usuario. En la parte de Sistema se configura el nombre de la estación, las alarmas, y la velocidad del puerto de administración. En la parte de Radio, se configura la identificación de célula y estación (remoto), los parámetros del protocolo de radio, y los parámetros del radio-modem MDS.

En la parte de la Configuración de los Puertos de Usuario, se configura el protocolo que se va a manejar en los puertos, el direccionamiento dentro de Kb/Net (mapeo de direcciones) y los parámetros relacionados con el protocolo.

La configuración se puede ver, modificar, almacenar en un archivo, y cargarla desde ese archivo. La configuración de Kb/Net está almacenada en una localidad de la tarjeta "Flash Memory" y no se borra al apagar el equipo. Cada vez que se realiza un cambio de configuración, ésta se almacena en esta tarjeta y el programa decide si tiene que reinicializar el equipo o los puertos. Los parámetros de radio también se pueden configurar, lo que implica que Kb/Net puede cambiar la frecuencia de operación de los radios desde un puesto central sin ir a cada punto remoto.

- *Estado y Estadísticas:* Se divide también en tres partes: Sistema, Radio, y Puertos de Usuario. El estado y la estadística de Sistema contiene la información sobre la versión del software Kb/Net, tiempo de levantamiento del equipo, las alarmas generadas, los Pings, etc. En el estado y la estadística de Radio se muestran los estados de enlace de radio (por cada remoto), paquetes y bytes enviados y recibidos, y las fallas en radio como errores de CRC, etc. El estado y la estadística de cada Puerto de Usuario muestran el estado del protocolo de usuario, las direcciones que maneja y las estadísticas relacionadas.

El estado y la estadística se pueden ver cada vez que el usuario lo desee, o bien supervisar en línea (estado desde la BASE). En monitoreo se despliega el estado de los remotos (radio - enlace) y de los protocolos de usuario en forma gráfica. También se pueden borrar las estadísticas registradas.

- *Diagnóstico:* Se pueden diagnosticar de los puertos de comunicaciones del equipo Kb/Net y también se puede diagnosticar el enlace de radio.
- *Cambio de Software:* Los equipos Kb/Net son capaces de cambiar la versión de software en línea, tanto localmente como remotamente. Este software está guardado en la tarjeta "Flash Memory".
- *Alarmas:* Los equipos Kb/Net pueden generar alarmas cuando ocurren algunas situaciones críticas o fallas importantes. Las alarmas llegan automáticamente a los administradores. El destino de las alarmas y sus generaciones (habilitar o deshabilitar algunas alarmas) se pueden programar en Sistema. Los administradores registran las alarmas recibidas con la hora y el origen.

El administrador Kb/NMS Windows puede generar reportes de acuerdo a las necesidades del usuario.

PARAMETRO	RANGO	VALOR RECOMENDADO	SIGNIFICADO Y NOTAS
<b>BASE</b>			
<b>NAME</b>	<b>30 Caracteres</b>		<b>Nombre de la base</b>
BAUD RATE	1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps	Según la necesidad. En caso de administración local, se recomienda 19200 bps.	Configura la velocidad del puerto de administración. La computadora de administración. La computadora de administración (Kb/NMS) debe tener la misma velocidad para poder comunicarse.
WATCHDOG	<input type="checkbox"/> Test <input type="checkbox"/> On	On	Con la opción Test se prueba si el módulo centinela "Watchdog" funciona correctamente (se reinicializa en cada instante). En modo de operación normal se debe poner en on.
ALARMS ON	<input type="checkbox"/> System <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> User Port	<input checked="" type="checkbox"/> System <input checked="" type="checkbox"/> Radio <input checked="" type="checkbox"/> User Port	Habilita (x) o deshabilita ( ) las alarmas de diferentes módulos de la base.
ALARMS SEND TO	0 - 254	0 (BASE localmente)	Destino de las alarmas (actualmente es local).
<b>REMOTO</b>			
<b>NAME</b>	<b>30 Caracteres</b>		<b>Nombre de la base</b>
BAUD RATE	1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bps	Según la necesidad. En caso de administración local, se recomienda 19200 bps.	Configura la velocidad del puerto de administración. La computadora de administración. La computadora de administración (Kb/NMS) debe tener la misma velocidad para poder comunicarse.
WATCHDOG	<input type="checkbox"/> Test <input type="checkbox"/> On	On	Con la opción Test se prueba si el módulo centinela "Watchdog" funciona correctamente (se reinicializa en cada instante). En modo de operación normal se debe poner en on.
ALARMS ON	<input type="checkbox"/> System <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> User Port	<input checked="" type="checkbox"/> System <input checked="" type="checkbox"/> Radio <input checked="" type="checkbox"/> User Port	Habilita (x) o deshabilita ( ) las alarmas de diferentes módulos de la base.
ALARMS SEND TO	0 - 254	Localmente (su propio REMOTE_ID).	Destino de las alarmas. Si es 0 se envían a la BASE y si es igual a su propio REMOTE_ID, se envían localmente a su puerto de administración (recomendable).

- *Ping*: Es un comando útil para checar si está funcionando algún equipo remoto. Con Ping también se puede saber el tiempo de respuesta actual en la red.
- *Hello*: Pide la identificación al equipo localmente conectado.

En Estado de Sistema, se muestra la siguiente información tanto para Estaciones Base como para Estaciones Remotas:

- Versión de Software (2.1x actualmente).
- Tipo de Memoria Utilizada: FLASH indica que usa una tarjeta "Flash-Memory", BRAM indica que usa RAM con Batería. Además se indica el tamaño de la memoria (128 o 256 KBytes).
- Fecha de Levantamiento del equipo: día/mes/año.
- Hora de Levantamiento del equipo: hora:min:seg.
- Fecha actual del sistema: día/mes/año.
- Hora actual del sistema: hora:min:seg. Si esta hora avanza, quiere decir que el sistema está funcionando correctamente.
- Total de Alarmas generadas: número total de alarmas generadas a partir del levantamiento del sistema.
- Total de Pings transmitidos.
- Total de Pings recibidos.
- Protocolos Soportados en este software (SDLC, X.25, X.28 en esta versión).

La versión actual de software de Kb/Net es 2.1x, donde x es una letra con las siguientes convenciones: a-z (minúscula) implica que es un software para radio asíncrono, mientras A-Z (mayúscula) indica que es un software para radio síncrono.

Protocolo de Radio:

En esta sección se describe brevemente el protocolo propietario de Kb/Net y sus parámetros de configuración.

Direccionamiento Kb/Net

La Red Kb/Net se dividen en células, cada célula tiene un identificador único llamado Cell\_ID. Dentro de una célula, las estaciones Kb/Net tienen un único identificador llamado Remote\_ID.

Cell\_ID: a este identificador se le puede asignar un valor entre 1 y 254, mientras que los valores 0 y 255 están reservados para un uso posterior.

Remote\_ID: a este identificador se le puede asignar un valor entre 0 y 254, donde:

- 0: Identifica a la BASE (única),
- 1-199: Identifican a los Remotos,
- 200-249: Están reservados para identificar los Host-Remotos.
- 250-254: Identifican a los Repetidores Kb/Net (hasta cinco).

La dirección 255 se usa para difusión (broadcast) dentro de la célula.

Dentro de cada estación se identifican los puertos de aplicación como sigue (transparente para los usuarios):

- PORT = 0: identifica al módulo de administración y su puerto asociado.
- PORT = 1: identifica el Puerto de Usuario 1.
- PORT = 2: identifica el Puerto de Usuario 2.
- PORT = 3: identifica el Puerto de Usuario 3.
- PORT = 4: identifica el Puerto de Usuario 4.
- PORT = 5: identifica el puerto de la red Ethernet.

Descripción del Protocolo de Radio:

El enlace de radio para Kb/Net tiene las siguientes características:

- Es Punto a Multi-punto.
- Usa una frecuencia con un ancho de banda de 12.5 Khz (half-duplex).
- Velocidad de 9600 bps.
- Opera en UHF, 350-512 MHz.

La interface del controlador Kb/Net con el radio - modem MDS 4310 es RS-232, asincrono, con 8 bits, y 1 stop bit, sin paridad. La señal RTS sirve para levantar la portadora, y la señal CTS indica que el radio - modem está listo para la transmisión de datos.

El protocolo de radio de Kb/Net es propietario y se denomina "Controlled Random Access with Reservation" (CRAR). Este protocolo está diseñado especialmente para un uso eficiente en el ambiente de radio de Kb/Net. CRAR combina las técnicas de slotted-random-access y reservación controlada mediante una estación maestra (BASE). Todas las estaciones remotas (Remotos o Host-Remotos) son esclavas de la BASE.

La topología de la red Kb/Net es en forma de estrella (ver figura 5.1.7), donde la BASE tiene un enlace virtual con todas las estaciones remotas dentro de la misma célula (usan una misma frecuencia de radio). Todas las comunicaciones entre estaciones remotas son a través de la estación BASE, las estaciones remotas no pueden recibir ni transmitir directamente entre ellas a nivel lógico (a nivel físico es posible recibir la señal de una estación remota a la otra).

El protocolo de radio a partir de la Versión 2.0 está orientado a paquetes y su formato es similar al del Protocolo HDLC/SDLC, como se muestra a continuación:

Paquete (Control o Información) de Base a Remotos:

Flag de inicio	Célula	Control	Address	-----{datos si existen}-----	CRC	Flag final
----------------	--------	---------	---------	------------------------------	-----	------------

donde:

*Flag Inicio (Bandera de Inicio):*

Marca el inicio del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE ENQ).

*Célula:* Lleva el identificador de la célula a la que pertenece (Cell\_ID). Los remotos rechazan los paquetes de radio si no coinciden con este identificador.

*Control:* Es el byte de control que lleva el número de secuencia y el número de request, además de otros bits para el control interno de Kb/Net. El formato de Control es como se muestra a continuación:

MSB						LSB
# bits	2	2	1	1	1	1

NR	NS	M	R	I	C
----	----	---	---	---	---

donde:

**C:** es el bit de Control que indica si es un paquete de Control ( $C = 1$ ) o es un paquete de Información ( $C = 0$ ).

**I:** es el bit de "Init" que indica si se está inicializando el protocolo de radio.

**R:** es el bit de reservación. Cuando R es igual a 1 permite las reservaciones por random-access.

**M:** es el bit de "More" para la segmentación (actualmente no se utiliza).

**NS:** es el número de secuencia de la información (módulo 4).

**NR:** es el número de "request" (módulo 4).

*Address:* El campo de "Address" depende del bit de Control (C).

Si C es igual a 1 (paquete de Control), la dirección (Address) es igual al identificador del Remoto destino (Remote\_ID). Si el identificador del Remoto (Remote\_ID) es igual a 255 y el bit R es igual a 1, entonces la dirección es un paquete de Random Access Command (RAC) donde el campo de datos lleva el número de ranuras para reservaciones por acceso aleatorio.

Si C es igual a 0 (paquete de Información), entonces la dirección (Address) está formado por 4 bytes (Remote\_Dest, Port\_Dest, Remote\_Orig, Port\_Orig), donde Remote\_Orig es 0 (Base) en este caso.

**CRC:** "Frame Check Sequence" excluyendo las Banderas de Inicio y de Final (usa CRC-16) para checar si el paquete está bien.

*Flag Final:* (Bandera Final): Marca el final del paquete de radio (dos bytes formados por DLE ETX).

Paquete (Control o Información) de Remotos a Base o Paquetes de Información de Remoto a otro Remoto:

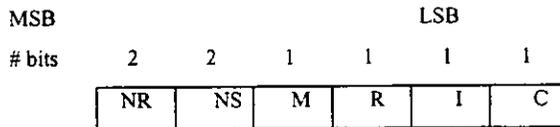
Flag Inicio	Célula	Control	Address	--- (datos si existen) ---	CRC	Flag final
-------------	--------	---------	---------	----------------------------	-----	------------

donde:

**Flag Inicio (Bandera de Inicio):** Marca el inicio del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE STX).

**Célula:** Lleva el identificador de la célula a la que pertenece (Cell\_ID).

**Control:** Es el byte de control que lleva el número de secuencia y el número de request, además de otros bits para control interno de Kb/Net. El formato de Control es como se muestra a continuación:



donde:

**C:** es el bit de Control que indica si es un paquete de Control ( $C = 1$ ) o es un paquete de Información ( $C = 0$ ).

**I:** es el bit de Init que indica si está inicializado el protocolo de radio.

**R:** es el bit de Reservación. Cuando R es igual a 1 indica que el remoto está haciendo una reservación para el siguiente poleo.

**M:** es el bit de More para la segmentación (actualmente no se utiliza).

**NS:** número de secuencia de la información (módulo 4).

**NR:** número de request (módulo 4).

**Address:** El campo de Address depende del bit de Control (C).

Si C es igual a 1 (paquete de Control), entonces Address es igual a Remote\_ID (origen).

Si C es igual a 0 (paquete de Información), entonces Address esta formado por 4 bytes (Remote\_Dest, Port\_Dest, Remote\_Orig, Port\_Orig), donde Remote\_Orig es el Remote\_ID origen. Remote\_Dest es el remoto destino (0 es para la Base).

*CRC:* Frame Check Sequence excluyendo las banderas de inicio y final (usa CRC-16) para checar si el paquete está bien.

*Flag Final:* Marca el final del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE ETX).

Paquete de Reservación de los Remotos:

Cada vez que un remoto recibe un RAC de la Base (DLE ENQ Cell\_ID Control igual a 0x05, Address igual a 255 # Max Slot CRC DLE ETX), o recibe un paquete direccionado a otro remoto con R igual a 1 en el byte de Control, el remoto envía un paquete de reservación cuando se tiene información que enviar. El paquete de reservación está formado por "DLE STX Cell\_ID Remote\_ID CRC DLE ETX".

El campo de datos es de longitud variable y lleva los datos de usuario o de administración. El tamaño máximo del paquete de radio es de 2048 bytes incluyendo los encabezados. Este protocolo de radio tiene un control de errores muy confiable porque los datos son protegidos por un CRC-16 que tiene un reconocimiento estricto.

Se usa también la técnica de DLE-Byte-Stuffing entre el campo de Address y el campo de CRC para no tener confusión con la bandera final. Esto es, cada vez que haya un DLE en estos campos, se inserta un DLE más (al recibir en otro lado, se tiene que usar DLE-Byte-Destuffing para quitar los DLEs insertados adicionalmente).

La compresión de datos se aplica en los paquetes de radio (entre el campo de Address y Datos) cuando tienen patrones repetidos, esto es, cuando existen más de tres bytes repetidos (iguales), y se usa el siguiente patrón de compresión:

CM Char\_Rep Num\_Rep

donde:

CM: Marca de Compresión (0x14).

Char\_Rep: Es el caracter que se repite.

Num\_Rep: Es el número de caracteres repetidos.

Para no tener confusión entre un caracter normal igual a CM (0x14) y un patrón de compresión, se aplica otra vez la técnica de CM-Byte-Stuffing.

La estación base mantiene un estado de protocolo de radio por cada remoto (NS y NR), mientras que cada estación remota mantiene un estado de protocolo de radio con la estación base (NS y NR). Mediante estos estados de protocolo cada equipo sabe si tiene que repetir la información o no.

En situaciones normales, la estación base difunde (broadcast) periódicamente un comando de random-access (RAC), el cual permite a las estaciones remotas sincronizar a nivel de slot (una ranura en el tiempo que permita a las estación remotas acceder a la información) y enviar la información corta o reservación (cuando se tiene información que enviar), escogiendo aleatoriamente un slot. El número de ranuras por cada RAC es configurable (adaptado dinámicamente por software). Cuando la estación base recibe las reservaciones hechas por las estaciones remotas, la estación base pide inmediatamente a las estaciones remotas que envíen sus datos. Si algunas reservaciones se colisionan (por escoger la misma ranura), los remotos pueden seguir reservando en los siguientes RACs. El paquete de reservación es mínimo (8 bytes).

La duración de un slot debe ser mayor que el tiempo de levantamiento de la portadora (aproximadamente 15-20 ms) más el tiempo de transmisión de un paquete de reservación. El valor adecuado de un slot es de 30-40 ms (por default se usa 40 ms) considerando el tiempo de almacenamiento y el relleno al inicio y final del paquete.

Como en muchas aplicaciones se necesita saber el estado del enlace de radio, o el estado de su nodo contrario (puede apagarse por existir alguna falla en el suministro de energía), el protocolo de radio CRAR polea de vez en cuando a las estaciones remotas. Si en un cierto número de poleos consecutivos el remoto no ha respondido (este parámetro se define como MAXTRIES y es configurable), se declara caído a dicha estación remota y el software Kb/Net toma algunas acciones para adecuar las aplicaciones relacionadas con esta estación. La frecuencia de poleo a las estaciones remotas es configurable.

La lista de las posibles estaciones remotas en esta célula se puede configurar en la estación base (parte de RADIO). La estación base utiliza esta lista para polear cíclicamente a las estaciones remotas configuradas. Una estación remota que no esté configurada en la estación base también puede levantarse sin problema.

La estación base tiene las siguientes prioridades para enviar los paquetes:

- 1) La información a las estaciones remotas o las repeticiones de la información (por request de remoto o por timeout).
- 2) Polear a las estaciones remotas reservadas (de la lista de reservación acumulada) ya que ellas tienen información que enviar.
- 3) Enviar RAC o Poleo individual dependiendo de la Frecuencia de Random-Access (RAF).

Una estación remota solamente puede enviar un paquete (control o información) si recibe el poleo direccionado a ella (de la estación base), excepto en el caso de RAC o un poleo a otro remoto con R igual a 1, la estación remota puede enviar una reservación por medio de random-access cuando existe información. De hecho, por cada paquete que se envía a la estación base, la estación remota chequea si tiene más información en el buffer. En caso de que se tenga información en el buffer, se enciende el bit R (R igual a 1) en el byte de control para que la estación base la inserte en la lista de las estaciones remotas reservadas.

La estación base declara caída (caído el enlace de radio) a una estación remota (puede ser remoto o host-remoto) si ocurren los siguientes eventos:

- i) Se ha pasado el número de poleos consecutivos (MAXTRIES) a la estación remota sin tener ninguna respuesta positiva (por error de CRC o timeout de recepción).
- ii) El número de repeticiones de un paquete de información al remoto pasa a MAXTRIES (por error de CRC o se perdió en la transmisión).
- iii) La estación remota se reinicializa inmediatamente (indicado en un bit de control del protocolo de radio).  
en este caso la estación base la declara caída y se levanta inmediatamente.

Una estación remota declara caído su enlace de radio con la estación base si durante un minuto la estación remota no ha recibido ningún paquete válido en cuanto CRC de la estación base (sin importar a quién ni el tipo del paquete). Esto puede ser debido que la estación base está caída, apagada o el enlace con ella está mal.

A continuación se muestra un ejemplo del protocolo de radio con RAF igual a -2 (dos RAC por cada poleo) y con tres remotos 1, 2, 3.

Situación en la Base	Paquete de la Base →	← Paquetes de los Rem.	Situación de los Remotos
	RAC (3 slots)		Nadie tiene información
Inserta en la lista de reservados	RAC (3 slots)	Reserva 2	Rem 2 tiene información
Polea al Rem 2 por reservación	Polea a Rem 2	Información del Rem 2	
Poleo individual por RAF =-2.	Polea a Rem 1	Respuesta de Rem 1	Rem 1 sin información
	RAC (3 slots)	Reserva 1 y 3	Rem 1 y 3 tienen información
Poleo por reservación	Polea a Rem 1	Información del Rem 1	
Poleo por reservación	Polea a Rem 3	Información del Rem 3	
La base no se da cuenta de las reservaciones por las colisiones	RAC (3 slots)	Reserva 2 y 3, pero colisionado por estar en el mismo slot	Rem 2 y 3 tienen información
Poleo individual	Polea a Rem 2 con R=1	Reserva Rem 3, Información de Rem 2	Rem 3 puede reservar en un slot inmediato por R=1. Rem 3 envía inf.
La base tiene información para el Rem 3	Información para Rem 3	Respuesta de Rem 3	
La base tiene información para el Rem 1.	Información para Rem 1 con R=1	Reserva Rem 3, información de Rem 1	Rem 1 y Rem 3 tienen información
Por reservación del Rem 3	Polea a Rem 3	Información de Rem 3	
	RAC (3 slot)		Nadie tiene información
	RAC (3 slot)		Nadie tiene información
Poleo individual	Polea a Rem 3	Respuesta de Rem 3	
	RAC (3 slot)		
	RAC (3 slot)		
Regresa un ciclo de poleo individual	Polea a Rem 1	Información de Rem 1	Solamente Rem 1 tiene información

## Configuración y status de radio

La configuración del radio Kb/Net se muestra en las siguientes tablas. Antes de configurar los identificadores de la célula y de las estaciones remotas, es conveniente hacer una planeación y registro. Cualquier estación base tiene una configuración por default, de célula igual a 1, y también los remotos tiene una configuración por default (célula igual a 1 y remoto igual a 1).

Una vez configurado el identificador de la célula, es muy importante que todas las estaciones de esta célula tengan el mismo identificador (célula\_ID). Para cambiar el identificador de una célula, es preferible cambiar primero el identificador a las estaciones remotas (al cambiar célula\_ID de una estación remota, ésta se queda incomunicado con la estación base), y después cambiar el identificador a la estación base.

El identificador de una estación remota tiene que ser único en la misma célula, cualquier identificador que este duplicado puede provocar problemas entre ellos (no a otros remotos). De hecho, si existen estaciones remotas duplicadas, Kb/Net envía alarmas a su administrador. Se puede cambiar el identificador de la estación remota (remoto\_ID) sin ningún problema si el nuevo identificador es único.

Algunos parámetros del protocolo de radio tienen que ser los mismos en la misma célula, por ejemplo, la duración del slot (Slot-Time-Width). Una diferencia grande en este parámetro puede provocar desincronización de los slots de Acceso Aleatorio (RAF).

El parámetro de RAF (Random-Access-Frequency) de la estación base controla la frecuencia de difusión (broadcast) del comando Random-Access y la frecuencia de poleo a los remotos. Cuando RAF es mayor que 0 define la razón entre el número de poleos y el número de accesos aleatorios, cuando RAF es menor que 0 define la razón entre el número de acceso aleatorio y el número de poleo (inverso al caso de  $RAF > 0$ ) y cuando RAF es igual a 0 deshabilita el acceso aleatorio. Para una célula con muchos remotos, sería conveniente tener RAF negativo, por ejemplo -10.

Dentro de la configuración de radio existen cuatro parámetros de radio-modem que es necesario configurar: la frecuencia de transmisión y de recepción, potencia de salida del radio y la señal CTS\_delay.

Dependiendo del modo del radio-modem, Kb/Net puede realizar las siguientes funciones: "Save", "Get", o programar el radio-modem. Cada vez que se programe o se consulte al radio, éste entra al modo de comando y las aplicaciones del Kb/Net se caen automáticamente (se cae el enlace de radio). Una vez terminado este proceso (tarda aproximadamente 15 segundos), Kb/Net regresa al modo normal de datos.

CONFIGURACION DEL RADIO DE LA ESTACION BASE			
PARAMETRO	RANGO	VALOR RECOMENDADO	SIGNIFICADO Y NOTAS
ENABLE	( ) Rx Only  ( ) Rx / Tx	Rx / Tx	"Rx Only" se utiliza solamente para recepción. Actualmente esta opción no se utiliza
CRYPTOGRAPHY	( ) OFF  ( ) ON	OFF	Habilita la criptografía en la transmisión de radio. Actualmente esta opción no se utiliza
CELL IDENTIFIER	1-254		Identifica la célula donde esta la Base. Cada célula tiene que tener diferente Cell_ID para no tener duplicaciones
REMOTE IDENTIFIER	0	0	Siempre es 0 por default para la Base
FILLING AT BEGIN	2-255 bytes	4 bytes  6 bytes si usa repetidor	Relleno al inicio del paquete de radio para evitar la distorsión al levantar la portadora.
FILLING AT END	2-255 bytes	4 bytes  5 bytes si usa repetidor	Relleno al final del paquete de radio para evitar la distorsión al bajar la portadora.
SLOTH WIDTH TIME	28-255ms	40 ms	Duración de un slot. Este parámetro tiene que considerar el tiempo para levantar la portadora (15-20 ms) y el envío del paquete de reservación de un remoto (15 bytes aproximadamente incluyendo los paquetes de relleno al inicio y al final). Este tiempo tiene que ser igual en todos los equipos de la Célula para no perder sincronía en el radio.

RANDOM ACCESS FREQUENCY (RAF)	-32768 a 32768	-10 a 10 dependiendo del tráfico	Controla la frecuencia de poleo y el comando de acceso aleatorio, si RAF>0 implica más poleo que random access comando, mientras que RAF<0 es al contrario. Por ejemplo, RAF=0: significa que no hay comandos de acceso aleatorio. RAF=5: cinco poleos y un comando de acceso aleatorio. RAF=-5: cinco comandos de acceso aleatorio y un poleo.
SLOT FOR RANDOM ACCESS	1-255	2-4	Número de slots que deja para el comando de acceso aleatorio (reservaciones) cada vez que se envía un comando de random acces a la Base.
POLLING DELAY	0-255	0-5 ms	Retardo de transmisión después de recibir la respuesta (para dar tiempo de transición de entre Tx y Rx del radio remoto). Este tiempo depende de que tan bien estén calibrados los radios.
MTU	< 2049 bytes	2048 bytes	Longitud máxima del paquete de radio. Actualmente este parámetro se encuentra fijo (2048 Bytes).
MAXIMUM NUMBER OF TRIES	1-255	5	Número máximo de reintentos (repeticiones). Este parámetro también se usa para detectar si un remoto está fuera de servicio (Down).
INF/RESERVATION	1-255	2	La razón entre el número de información consecutivo que puede enviar la Base y el poleo a un remoto con reservación. Este parámetro puede evitar que una terminal de un remoto con aplicaciones continuas tome el canal de radio únicamente para él
NUMBER OF REMOTES	0-64	Depende de los remotos configurados realmente	Número de remotos configurados en esta célula. Es muy importante configurar este parámetro ya que la Base tiene que saber a quien esta viendo.
REMOTES	Los identificadores de remotos configurados		Este campo depende del parámetro anterior

<u>RADIOMODEM</u>			Esta opción permite entrar a la configuración de radiomodem. Los parámetros correspondientes son los siguientes.
MODE	<input type="checkbox"/> save <input type="checkbox"/> get <input type="checkbox"/> program <input type="checkbox"/> unknown		Modo de manejo de programación de radiomodem. SAVE: guarda los siguientes parámetros sin programar el radiomodem. GET: toma los parámetros programados en el radiomodem. PROGRAM: programa el radiomodem con los siguientes parámetros. UNKNOWN: en caso de falla o por la configuración default este modo se configura automáticamente.
TX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación del radio MDS		Frecuencia de transmisión del radio. En aplicaciones Kb/NET esta frecuencia tiene que ser la misma que la frecuencia de recepción.
RX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación del radio MDS		Frecuencia de recepción del radio.
POWER	2 o 5 watts	2 watts para remoto 5 watts para base	Potencia de salida del radio (2 0 5 Watts). Este valor depende de la situación e instalación.
CTS DELAY	5-25 ms	15-20 ms	Retardo de CTS de radio MDS al recibir RTS del Kb/Net.

CONFIGURACION DEL RADIO DE LA ESTACION REMOTA			
PARAMETRO	RANGO	VALOR RECOMENDADO	SIGNIFICADO Y NOTAS
ENABLE	<input type="checkbox"/> Rx Only <input type="checkbox"/> Rx / Tx	Rx / Tx	"Rx Only" se utiliza solamente para recepción. Actualmente esta opción no se utiliza
CRYPTOGRAPHY	<input type="checkbox"/> OFF <input type="checkbox"/> ON	OFF	Habilita la criptografía en la transmisión de radio. Actualmente esta opción no se utiliza

CELL IDENTIFIER	1-254	Igual a Base	Identificador de la célula donde pertenece el remoto.
REMOTE IDENTIFIER	1-199		Identificador del remoto. Es único.
FILLING AT BEGIN	2-255 bytes	4 bytes 6 bytes si usa repetidor	Relleno al inicio del paquete de radio para evitar la distorsión al levantar la portadora.
FILLING AT END	2-255 bytes	4 bytes 5 bytes si usa repetidor	Relleno al final del paquete de radio para evitar la distorsión al bajar la portadora.
SLOTH WIDTH TIME	28-255ms	40 ms	Duración de un slot. Este parámetro tiene que considerar el tiempo para levantar la portadora (15-20 ms) y el envío del paquete de reservación de un remoto (15 bytes aproximadamente incluyendo los paquetes de relleno al inicio y al final). Este tiempo tiene que ser igual en todos los equipos de la Célula para no perder sincronía en el radio.
RESPONSE DELAY	0-255 ms.	0-5 ms.	Retardo de transmisión de la respuesta a la Base. Este tiempo depende de que tan bien están ajustados los radios. Generalmente funciona con 0 ms.
MTU	< 2049 bytes	2048 bytes	Longitud máxima del paquete de radio. Actualmente este parámetro se encuentra fijo (2048 Bytes).
MAXIMUM NUMBER OF TRIES	1-255	5	Número máximo de reintentos (repeticiones) de información.
MAXIMUM NUMBER OF TIMEOUTS	1-255	5	No se usa actualmente.
<u>RADIOMODEM</u>			Esta opción permite entrar a la configuración de radiomodem. Los parámetros correspondientes son los siguientes.

MODE 2	( ) save ( ) get ( ) program ( ) unknown		Modo de manejo de programación de radiomodem. SAVE: guarda los siguientes parámetros sin programar el radiomodem. GET: toma los parámetros programados en el radiomodem. PROGRAM: programa el radiomodem con los siguientes parámetros. UNKNOWN: en caso de falla o por la configuración default este modo se configura automáticamente.
TX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación del radio MDS		Frecuencia de transmisión del radio. En aplicaciones Kb/NET esta frecuencia tiene que ser la misma que la frecuencia de recepción debido a que es Half Duplex.
RX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación del radio MDS		Frecuencia de recepción del radio.
POWER	2 o 5 watts	2 watts para remoto 5 watts para base	Potencia de salida del radio (2 0 5 Watts). Este valor depende de la situación e instalación.
CTS DELAY	5-25 ms	15-20 ms	Retardo de CTS de radio MDS al recibir RTS del Kb/Net.

En estado (status) de radio, se presenta el número de paquetes y bytes que se encuentran esperando en el buffer de radio para ser transmitidos. En caso de que se llene el buffer (el tamaño del buffer es de 16 KB), se da un aviso mediante una alarma. También se muestra el estado de las estaciones remotas en cuanto al enlace de radio con la estación base.

Estos estados son:

ONLINE: el enlace de radio se encuentra operando.

READY: hay enlace con repetición (BASE) o solamente recibe bien (REMOTO).

DOWN: el enlace esta caído por exceder el número máximo de timeouts o repeticiones.

Las estadísticas de radio son las siguientes:

- Total de paquetes transmitidos (solamente información).
- Total de bytes transmitidos.
- Total de paquetes recibidos.
- Total de bytes recibidos.
- Repeticiones totales de información (Tx).
- Paquetes perdidos por exceder el número máximo de timeouts o repeticiones.
- Total de veces que se encuentra el buffer lleno (radio para tx).
- Total de timeouts recibidos.
- Total de CRC error en recepción.
- Total de mensajes de propagación (tx en base y rx en remotos).

El nivel de CRC-error sirve para saber si el enlace de radio se encuentra limpio:

ESTADO DE RADIO DE CADA ESTACION REMOTA O REPETIDORA		
(Viendo desde la estación Base)		
Estado del Radio	Color en Monitoreo	Significado
DOWN		El remoto o enlace de radio esta caído (excede MAXTRIES los poleos o repeticiones de información.
READY	Amarillo	Hubo por lo menos una repetición de información o timeout de recepción (pero menor que MAXTRIES).
ONLINE	Verde	El enlace de radio es perfecto.

ESTADO DE RADIO DE CADA ESTACION REMOTA O REPETIDORA	
(Viendo desde la estación Base)	
Estado del Radio	Significado
DOWN	Durante un minuto no se recibió ningún paquete válido de la Estación Base (sin importar el destino ni tipo de paquete)
READY	El remoto recibió correctamente los paquetes de la estación Base destinados a él, sin embargo, la estación Base no recibió correctamente su respuesta (no la conoce). Esto implica que el enlace de radio está funcionando bien en el sentido de la Estación Base a la estación Remota, pero mal de la estación Remota a la Estación Base (hay que checar la antena de Radio).
ONLINE	El enlace de radio con la estación Base esta bien.

En la siguiente sección analizaremos como es que maneja los protocolos de usuario el sistema de radio descrito hasta este momento: Kb/NET.

Manejo de protocolos de usuario:

En esta sección se describen las aplicaciones de Kb/NET para la transmisión de datos de usuario. Las transacciones o comunicaciones entre los equipos de usuario generalmente usan algún esquema o formato predefinido. La norma que especifica la manera y formato de comunicaciones se identifica comúnmente como como *protocolo de comunicaciones*. Existe actualmente una gran variedad de protocolos de comunicaciones, dependiendo de las aplicaciones y equipos. Los protocolos que actualmente soporta la tecnología Kb/NET son:

- SDLC (IBM synchronous data link control).
- BSC (IBM binary synchronous communication, bisync)
- X.25 y sus protocolos relacionados
- TCP/IP (transmission control protocol/internet protocol)
- Visa I y II
- Poll/select (burroughs multipoint terminal protocol)

Como se ha mencionado anteriormente, esta es una red que soporta multiprotocolos. Dependiendo del protocolo utilizado, Kb/Net usa diferentes técnicas para su manejo en forma adecuada y eficiente. Estas técnicas de manejo pueden ser: emulación (spoofing), transparente o una combinación de ambas.

En la siguiente parte se describe con los manejos de estos protocolos ahondando con detalle en lo referente al SDLC que es el usado en la institución financiera "x", así como la configuración de este protocolo en Kb/NET para lograr su desempeño.

Como habíamos mencionado SDLC de IBM Synchronous Data Link Control (SDLC) es un protocolo que se usa comúnmente para las comunicaciones entre los equipos primarios y secundarios de IBM o no-IBM, enlazados en forma serial. Este protocolo está ubicado en el nivel 2 de las capas de OSI, o sea, la capa de enlace de datos.

También se menciona que SDLC es un protocolo serial, sincrónico, y de bit orientado para las comunicaciones entre los equipos primarios (denominado como SDLC Host o Primario) y los equipos secundarios (llamados SDLC terminal o secundario), los cuales están conectados por un enlace serial. El primario es el maestro de comunicaciones mientras los secundarios son los esclavos.

SDLC puede operar en diferentes maneras y para diferentes aplicaciones:

- *Punto a Punto*: se usa para comunicar entre el "Host" y una "Terminal".
- *Punto a Multipunto*: el host puede comunicar con varios terminales en un enlace. Generalmente se usa un multiplicador digital (sharing devise) para abrir el enlace para conectar con estos equipos secundarios.
- *Loop*: el host y las terminales están enlazados en un anillo y los datos se circulan en un sentido (siempre termina en host).
- *Halfduplex (Two-way Alternate)*: el host y el terminal pueden enviar en ambos sentidos pero no simultáneamente.
- *Fullduplex (Two-way Simultaneous)*: el host y el terminal pueden enviar en ambos sentidos y además simultáneamente.

## Características principales de SDLC en Kb/NET

Kb/NET soporta SDLC con las siguientes características principales:

- \* Soporta todos los frames estándares de Unnumbered, Supervisory e Information en Normal Response Mode.
- \* Soporta SDLC fullduplex (two-way simultaneous) y punto a multipuntos.
- \* Soporta también SDLC-Loop (a petición del usuario).
- \* Kb/NET proporciona un enlace virtual de SDLC "inteligente" por medio de emulación y reconocimiento local de información.
- \* La conexión de Host - Base y Remoto - Terminal están relacionadas entre ellos y con el enlace de radio Kb/NET.
- \* Soporta control de buffer con RNR y REJ.
- \* Soporta multi - puerto de SDLC en una célula, y multi - direcciones en los puertos.
- \* La Base o host - remoto pueden conectar a los host de SDLC por cuatro puertos.
- \* Cada puerto de SDLC en la base o host remoto soporta hasta 32 direcciones de SDLC.
- \* Los remotos pueden conectar con las terminales de SDLC por dos puertos.
- \* Cada puerto de SDLC en los remotos soporta hasta 8 direcciones de SDLC.
- \* Todos los puertos de SDLC son RS-232 tipo DCE's.
- \* La velocidad de los puertos SDLC puede ser: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 o 38,400 bps.
- \* Soporta tanto el código de línea NRZ (no-return to zero) como NRZI (no-return to zero-inverted).
- \* Caracteres de relleno en el estado de ocioso (idle fill character) puede ser con flag o mark.
- \* Modo de relojes: interno, externo, externo - loop, externo 2.
- \* El tamaño máximo de Información - frames es de 2000 bytes.

- \* Facilidad para manejar las señales RS232, tales como: CTS, DCD, etc.
- \* Parámetros de SDLC configurables tales como: timeouts por cada puerto, timeouts por cada dirección, polling delay, etc.
- \* Posibilidad de poner en modo de prueba en ambos lados sin tener una conexión real de SDLC ni radio.

#### **Manejo de SDLC en el sistema de radio Kb/NET.**

Debido a las características de ser radio-paquetes, multi-puertos y multi-protocolos de Kb/NET, el protocolo SDLC se maneja utilizando la técnica de emulación en ambos lados de Kb/NET (lado host con la base y lado terminal con el remoto). Estas dos conexiones físicas son llamadas como: Uplink y Downlink. Entre estas dos conexiones esta el enlace de radio Kb/NET, lo cual transporta los SDLC - frames del usuario necesarios o intercambia status de Uplink y Downlink.

De hecho, el módulo de software de Kb/NET en la Base emula estaciones secundarias de SDLC, mientras en los remotos emulan un Host (Primario) de SDLC. Para el Host del usuario es como si estuviera viendo directamente a sus Terminales y viceversa, para las Terminales de usuario es como si estuvieran viendo directamente a sus Host.

La emulación tiene la ventaja de que los frecuentes poleos (RR) del Host de SDLC en uplink son filtrados en el radio, mientras en los remotos usan poleos locales a las terminales de SDLC. Los reconocimientos de recepción y las posibles repeticiones de información se efectúan localmente. Los estados de Uplink y Downlink están relacionados entre si y también con el enlace de radio. Esto es, si en el Uplink se cae una dirección (por time-out), en el Downlink no se polea esta dirección. Caso contrario, si se cae una dirección en Downlink (por timeout o desconectar el equipo secundario, no responde la Base en el Uplink esta dirección o solicita la desconexión, dependiendo el caso. Similarmente si se cae el enlace de radio, ambos lados se desconectan (emular la falla de enlace de SDLC). Esta forma de proporcionar un enlace virtual "inteligente" de SDLC combinando la técnica de emulación, da el correcto funcionamiento de SDLC y además eleva la eficiencia del uso del radio.

A continuación se muestra cómo se maneja SDLC en Kb/Net para una dirección (no se pone estrictamente el tiempo):

*Establecer conexión:*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
XID →	XID →	XID →		Solicita XID
	(Guarda XID)	← XID	← XID	
XID →				
	← XID			Responde XID
SNMR →	Address Up →			Solicita conexión
		SNMR →		
			← UA	
		RR →		
SNMR →		← Address Up	← RR	
	← UA	RR →		Conectado
RR →			← RR	
	← RR			

*Intercambio de información:*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
RR →		RR →		El poleo no viaja
	← RR		← RR	por radio, solamente
INF →	INF →	INF →		viaja información.
	← RR	← INF	← INF	Responde XID
INF →	INF →	INF →		Solicita conexión
	← INF		← RR	Reconocimiento local
RR →		RR →		Poleo local.
	← RR		← RR	

*Desconexión por Host..*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
DISC →	DISC →	DISC →		Desconecta por host.
	← UA	(Address Down)	← UA	

*Desconexión por Terminal:*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
RR →		RR →		
	← RR	← RD	← RD	Solicita desconexión.
RR →				
	← RD			
DISC →	DISC →	DISC →		
	← UA		← UA	Desconectado.

*Caida por falla de enlace de radio.*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
RR →	Cae enlace de radio.	Cae enlace de radio.		Detecta la caída de radio
	← RD	DISC →		Desconecta SDLC
DISC →			← UA	
	← UA			

*Cae Uplink:*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
	Cae uplink	RR →		Lado host falla.
	Address Down →		← RR	Avisa al remoto.
		Poleo stop		Detiene poleo.

*Cae Downlink:*

HOST	BASE (RADIO)	REMOTO	TERMINAL	NOTAS
RR →		Cae Downlink		Lado terminal cae.
	← RR	← Address down		Avisa a la base.
→ RR				
	← DM			Cambia modo de desconexión

## Instalación, operación y monitoreo del protocolo SDLC.

La instalación de Kb/Net para SDLC se puede realizar siguiendo los pasos que a continuación se describen:

1. Instalación de radio - enlace que incluye antenas.
  2. Antes de conectar los Kb/Net con las antenas, se conectan con cargas fantasmas (Dummy Load) para programar la frecuencia y otros parámetros de radio.
  3. Se debe configurar los Kb/Net adecuadamente tanto de Sistema y Radio, como de los puertos de usuario que se van a utilizar para este protocolo. Es muy importante la parte de radio (frecuencia, potencia y CTS\_Delay). No debe de existir duplicaciones de remote\_ID.
  4. Una vez configurados los Remotos Kb/Nets, se apagan y se conectan a sus respectivas antenas. Se encienden de nuevo los equipos. Utilizando el software de administración KBNMS, se puede checar el radio - enlace (utiliza la operación de diagnostics y radiolink) desde la base con todos sus remotos. En caso de que funcionen bien, seguir con los siguientes pasos. En caso contrario, verifíquese las antenas y líneas de vista, además de verificar si las configuraciones de los equipos son las correctas.
- 
1. Se investigan las configuraciones de host y terminals de SDLC, o las configuraciones de los equipos de modems o multiplicador digital, si los Kb/Nets no se conectan directamente con host o terminals. Los parámetros que se deben de tomar en cuenta son: tipo de interface (DTE o DCE), velocidad, modo de relojes, código de línea (NRZ o NRZI), intervalo de tiempo entre un slow-poll, la forma de manejo de las señales requeridas por los equipos de usuario (DCD yCTS), además de las direcciones del protocolo SDLC.
  2. En caso de que la base se conecte a un multiplicador digital (MD), es muy importante saber el modo de acceso del MD (si maneja Data - Contention o Signal Contention ). En caso de que maneje data - contention, la base (el puerto de SDLC conectado) se tiene que configurar con Idle Character = MARK. En caso de que se utilice signal - contention, se usa DCD controlado (Idle Character no importa).
  3. En caso de que el tipo de interface del equipo de usuario sea DCE, se requiere un cable cruzado RS-232 ya que el puerto Kb/Net también es un DCE (los pines de DB25 se debe de cruzar como sigue: 2-3, 3-2, 4-8, 8-4, 6-20, 20-6, 7-7, 17-24, 24-17. Ambos equipos se tienen que configurar con relojes externos.

4. Una vez configurado todo lo anterior, se conecta con sus equipos de usuario.

Antes de poner en operación normal en línea, sería recomendable hacer pruebas locales con SDLC. Si las pruebas resultan exitosas, se conecta en línea la operación.

Los posibles estados de este Protocolo Kb/Net (para cada dirección) son:

ESTADO DE SDLC (BASE O HOST - REMOTOS)		
ESTADO	COLOR EN MONITOREO	SIGNIFICADO
DOWN		La dirección está caída, el host no está poleando a esa dirección.
READY	AMARILLO	El host ya está poleando a dicha dirección, pero la terminal no responde todavía.
ON_LINE		La operación está en línea nivel de SDLC.

ESTADO DE SDLC ( REMOTOS)	
ESTADO	SIGNIFICADO
	La dirección está caída, el host no está poleando a esa dirección.
READY	El host ya está poleando a dicha dirección, pero la terminal no responde todavía.
	La operación está en línea nivel de SDLC.

Este sería el modo de operar del sistema de radio Kb/Net para el protocolo SDLC, que es el que usa la institución financiera "x" y por tal motivo fue el que se describió aquí. Para algún otro protocolo, tal como X.25, poll select o algún otro se tendría que realizar una explicación parecida.

## 5.2 Conexión de la red de radio a la institución financiera "x".

A continuación se explicara como se realiza una instalación en campo así como la puesta en operación de un sistema de radiopaquetes punto multipunto de la tecnología elegida en este trabajo.

En esta parte se describe la instalación y la operación del equipo Kb/Net en general. El procedimiento de instalación básicamente se puede separar en los siguientes pasos:

- 1) Instalación necesaria para la parte RF: Como conseguir una frecuencia libre, checar líneas de vista, instalación de antenas, y finalmente verificar el enlace de radio.

*NOTA:* Usted puede conocer que frecuencia puede utilizar, solicitándola a la Secretaria o Ministerio de Comunicaciones del país sede. En el caso de la institución financiera "x", no será necesario realizar este trámite pues como ya se mencionó en el Capítulo II, esta institución cuenta ya con varias frecuencias asignadas para uso exclusivo y lo único que se tendrá que realizar será una asignación interna para los sistemas aquí propuestos.

- 2) Instalación de los equipos Kb/Net: que incluye la parte eléctrica, configuración, y conexión con los equipos de usuario.

- 3) Instalación del centro de control y administración, y monitoreo de operación.

Al inicio de la instalación del equipo, el usuario debe de planear antes como dividir la células de cobertura, así como haber estudiado el tráfico de datos para obtener la mayor eficiencia en la operación de la red Kb/Net.

### Instalación RF:

Antes de empezar la instalación de la parte RF, hay que conocer la ubicación de los nodos donde se van a instalar los equipos. La selección del lugar de la estación maestra (Base) es sumamente importante, ya que la comunicación de todas las estaciones de la Célula dependen de ésta. La ubicación de la Base se puede seleccionar bajo los siguientes criterios:

a) En un punto que tenga cobertura con todos los demás nodos, es decir, desde este punto se observan líneas de vista con todos los demás lugares donde se va a instalar un equipo remoto (en la misma Célula).

b) De ser posible (y es recomendable), que el punto central (Base) este en un nodo donde se encuentren concentrados el Host o líneas que vienen de la institución financiera "x".

Cabe mencionar que la comunicación entre las estaciones remotas (Host-Remoto y Remotos) siempre son a través de la base, y por lo tanto aumenta el tiempo de respuesta (por compartir la misma frecuencia de radio). normalmente la antena de la Base es omnidireccional y las antenas de las Estaciones Remotas son yaguis (direccional).

Instalación del equipo.

Los procedimientos normales para la instalación de un equipo Kb/Net se pueden separar en tres etapas básicas:

- Etapa de Configuración Local (Inicial): esta etapa consiste en configurar inicialmente el radio remoto, sin conectarlo ni a la antena de radio ni a las aplicaciones de usuario, para evitar posibles problemas por falta de configuración. En esta etapa se pretende configurar todos los parámetros del remoto, tanto de radio como de las aplicaciones del usuario.

- Etapa de prueba de radio: esta etapa consiste en conectar el equipo Kb/Net con la antena de radio y verificar si el enlace de radio está bien.

- Etapa de conexión con los equipos de usuario: esta etapa consiste en conectar apropiadamente los puertos del usuario con sus equipos de aplicación (Host o Terminales, equipos como multiplexores, multiplicadores digitales, modems, etc.) y finalmente se pone en operación.

Etapa de configuración local (inicial).

Las herramientas necesarias para esta etapa son:

Una computadora personal con software apropiado para esta tecnología (Kb/NMS DOS).

Un cable RS-232 DTE a DTE (cruzado) para la conexión del puerto de administración del equipo Kb/Net y la computadora personal.

Un carga fantasma (dummy-load) para sustituir a la antena.

Los pasos a seguir son:

- 1) Conéctese la carga fantasma al conector de la antena RF del equipo de radio. Esto es muy importante hacerlo antes de encender el equipo, ya que al encenderlo sin tener carga en la antena, el radio puede quemarse o dañarse.
- 2) Verifique el voltaje local que se maneja (110V o 220V) y si es necesario, cambiar el selector de entrada de la alimentación del equipo de radio. La alimentación de corrientes debe tener tierra física.
- 3) Ahora ya se puede encender el equipo de radio. Si el LED "POWER" se enciende y además el LED de "RADIO" empieza a parpadear, el equipo está funcionando normalmente.
- 4) Conéctese el puerto serial de la computadora (COM1 o COM2) con el puerto de administración del radio y córrase el software Kb/NMS.
- 5) Al inicializar el software Kb/NMS, éste hace un comando de reconocimiento "hello" automático al equipo Kb/Net para obtener el identificador del equipo (célula \_ID y remoto \_ID) y la velocidad del puerto. Si el equipo de radio responde al comando de reconocimiento "Hello", el software Kb/NMS registra su identificador y ajusta los parámetros tales como los tiempos de espera de los comandos de administración (local y remoto), dependiendo de la velocidad en la que se maneje. Si el Kb/Net no responde, hay que intentarlo de nuevo, reiniciando el Kb/Net y el software Kb/NMS, además de verificar el cable RS-232 y los puertos seriales. Se recomienda probar con los dos puertos seriales de la computadora y todas las velocidades posibles.

6) En caso de tener una velocidad muy baja, es conveniente cambiarla para tener una configuración más rápida. Esto se hace cambiando la configuración del Sistema del equipo (baud rate). Al cambiar la velocidad de equipo, la computadora personal también tiene que cambiar su velocidad (en la opción Serial Comm en configuration). Hay que mandar un comando "Hello" de nuevo para confirmar si se realizó bien el cambio.

7) Antes de seguir con la configuración, se debe verificar que la versión de software sea la misma. Para ver la versión que tiene el equipo Kb/Net, se usa la opción "SHOW-SYSTEM" del menú "STATUS". En caso necesario, hay que cambiar la versión utilizando la opción "DOWNLOAD" en "UTILITIES". Los tipos de software para los diferentes tipos de Kb/Net son: "ROMBASE.IMG" (para BASE), y "ROMREMO.IMG" (para Remotos). Después de cambiarlo, hay que comprobar si se tiene la versión recién actualizada.

8) Ahora ya está listo para configurar el equipo Kb/Net. Lo primero que se configura es el identificador del nodo (Célula, Remoto). Esto se puede hacer en la ventana de configuración de "RADIO". Al cambiarla es necesario mandar otro comando "Hello" (cada vez que se cambie el identificador es necesario hacer esta operación). Nótese que cada remoto en la misma Célula debe tener diferente identificador.

9) Prográbase el radio (Frecuencia Tx/Rx, pwer, y CTS\_delay). La mayoría de los equipos (radio MDS) están programados y ajustados a la frecuencia que solicita el usuario. Sin embargo, siempre es bueno comprobarlo. Lo primero que se puede hacer es consultar los parámetros programados en el radio. Esto se realiza seleccionando "GET" en la opción de "radio - modem" en la configuración de radio, y esperar aproximadamente quince segundos. Si la diferencia de la frecuencia programada y la frecuencia deseada está dentro de 1 MHz, se puede programar sin necesidad de ajustar el radio.

10) El paso que sigue es configurar la parte de sistema. Es recomendable escribir el "nombre de la estación" y las alarmas habilitarlas en forma local (SEND TO node\_ID, donde: node\_ID es igual a Remote\_ID).

11) Ahora es el momento de configurar los parámetros del protocolo de radio. Se recomienda usar los valores que se mencionaron cuando se habló del "Protocolo de Radio", ajustando algunos para tener un mejor desempeño. Recuerde que la duración de las ranuras (Slot Width Time) en una Célula tiene que ser igual para no perder la sincronía en "Random Access". En el caso de la Base es muy importante dar de alta todos los remotos que pertenecen a esa Célula.

12) Para configurar los puertos de usuario, lo primero que hay que hacer es conocer el tipo de protocolo de comunicaciones que se va a usar y las direcciones que se van a utilizar. Otro punto importante es conocer o investigar los parámetros de comunicaciones relacionados con el protocolo que se va a usar. En el caso de los protocolos síncronos como SDLC o X.25, la configuración de los modos de reloj es muy importante, ya que con una configuración inapropiada puede perder la comunicación. Hay que habilitar solamente los puertos necesarios.

13) Una vez lista la configuración, hay que verificar si está bien almacenada. Para comprobarlo se recomienda reinicializar el equipo Kb/Net y verificar su configuración.

14) Por último hay que apagar el equipo radiomodem. Ya está listo para conectarse con la antena de radio o llevarse al lugar de instalación real.

Etapa de prueba de radio.

Con el equipo Kb/Net configurado y apagado, conéctese a la antena de radio instalada. Enciéndase el radio y conéctese a la computadora de administración. Una vez inicializado el software Kb/NMS, se pueden realizar las siguientes pruebas a nivel de radio, suponiendo que existan una o varias estaciones Kb/Net (Base o Remotos) para probar el enlace:

- Primero, envíe un comando "PING" a la estación remota y verifíquese que esté levantada. Si se logra comunicarse (por radio) a esta estación remota, verifique su configuración, especialmente en la parte de radio.

- Si no hay aplicaciones en tiempo real en la célula, o ésta tiene poco tráfico o está activa en ese momento, es recomendable verificar la calidad del enlace de radio (a nivel de datos). Esto se realiza utilizando la opción de "Radio Link" en "DIAGNOSTIC". Basta con poner el nodo destino, número de mensajes de prueba y la longitud de cada mensaje en bytes. La prueba se realiza en tiempo real y el resultado de la prueba muestra el estado del enlace de radio. Esto se puede hacer repetidamente. En caso de que haya muchos tiempos de espera, pérdidas de mensajes, o demasiados retardos, es importante revisar la instalación de la antena, el cableado, el nivel de recepción, la configuración y posiblemente ajustar el radio MDS.

Etapa de conexión con los equipos de usuario.

Una vez instalados y configurados los equipos Kb/Net y comprobar que el enlace de radio esté funcionando, es el momento de conectar los equipos de usuario para levantar las aplicaciones. Los usuarios tienen que saber lo siguiente:

Qué tipo de equipo se va a conectar: Host o FEP, Multiplicador Digital, Modem, Terminales.

Qué tipo de interface se tiene: DTE o DCE. Todos los puertos de usuario de Kb/Net son de tipo DCE (excepto el puerto 4 de la Base o Host-Remoto que es DTE).

Conociendo lo anterior, se puede utilizar un cable RS-232 adecuado para conectar el equipo Kb/Net con el equipo del usuario. Para que funcione en ambos lados, el "Host" tiene que operar primero, y después el lado "terminal". Ahora ya está listo para su operación y monitoreo.

Operación y monitoreo.

Para un mejor control y administración de la red Kb/Net, es conveniente tener un centro de control y administración. Este centro de control se instala generalmente en el lado de la base, ya que desde la base se pueden ver todas las estaciones remotas en un solo brinco (de radio). También se puede instalar en alguna estación remota, sin embargo, no es recomendable (causa más tráfico en el radio).

Para ver cómo están operando las aplicaciones, se puede utilizar "SHOW-STATUS", o más fácil, "MONITORING-STATUS" del administrador para DOS. En la pantalla de monitoreo aparece el estado de las direcciones de todos los puertos de la base y el estado del radio del remoto. Estos estados están identificados por diferentes colores. Cuando la base ve algunos remotos (radio) y si los identificadores de éstos están en color amarillo o rojo, hay que verificar el enlace de radio que se tiene con ellos. Cuando algunas direcciones no se levantan (color rojo), hay que verificar si la terminal del lado remoto está encendida y funcionando, y si están configuradas dichas direcciones en el remoto y puerto correcto. Si el estado de alguna dirección está en amarillo, hay que verificar el lado "Host". Es posible que el "Host" no esté poleando a esa dirección.

### 5.3 Instalación física en los "sites" (sitios) de los radios.

En esta sección hablaremos de los requerimientos físicos o adecuaciones de los sitios donde quedarán instalados los equipos de radio que darán servicio para conectar a los equipos remotos de la institución financiera "x", así como los sitios donde quedarán instalados los equipos centrales que se conectarán al "host" de la institución.

Cabe mencionar que las adecuaciones físico - eléctricas de los sitios donde quedaran los radios remotos son las mismas que requiere la institución financiera "x" no sólo para los radios sino también para equipos como modems, multiplicadores etc. A continuación se especifican todos estos estándares.

Requerimientos de instalación a las empresas usuarias.

*El compromiso de las empresas donde se instala un servicio de cajero automático es el de proporcionar el área y las condiciones adecuadas para el óptimo funcionamiento del equipo y por lo tanto mantener la disponibilidad del servicio que otorga Bancomer, donde se incluye:*

- Ubicación física
- Medio ambiente
- Suministro eléctrico
- Adecuaciones físicas del local.

Esto es que en virtud a la experiencia con los reportes atendidos se ha detectado un gran índice de fallas ocasionadas por problemas en los suministros, tales como: energía eléctrica, aire acondicionado o ventilación, tierras físicas, sistemas de protección contra descargas, etc.

Definiremos pues los requerimientos mínimos para el buen funcionamiento de los equipos de radio, desde los espacios físicos hasta los requerimientos técnicos.

REQUERIMIENTOS GENERALES:

Aspecto	Mínimo	Óptimo
<p>UBICACION FÍSICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área mínima de 4 mts cuadrados ( 2 x 2 mts)</li> <li>• Área protegida de efectos del medio ambiente (sol, lluvia, contaminación, etc.)</li> </ul> <p>Área libre de instalaciones hidráulicas y vibraciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local cerrado que proteja la integridad del equipo y usuarios de 2 x 2 mts cuadrados</li> <li>• Área con servicio de limpieza que evite la acumulación de polvo y basura.</li> </ul>

Aspecto	Mínimo	Óptimo
<p>MEDIO AMBIENTE</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área del cajero así como del equipo de comunicaciones cuente con ventilación continua.</li> <li>• Ambiente y temperatura de confort tipo oficina (aire acondicionado general)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área equipada con aire acondicionado que mantenga una temperatura constante entre 18°C y 23°C</li> <li>• Mantener la humedad relativa en un rango de 45% a 55%</li> <li>• Mantener estas condiciones tanto para el cajero como para el equipo de comunicaciones en caso de tenerlos en diferente ubicación</li> </ul>

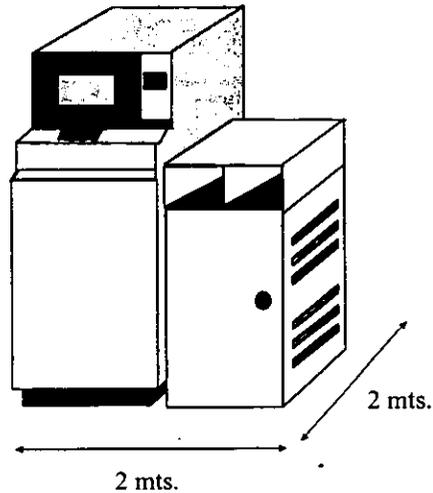
<p>SUMINISTRO ELECTRICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos contactos Twist Lock para 120 volts de 20 amps a corriente regulada, uno para el cajero y otro para el gabinete de equipo de comunicación a nivel de piso, y su ubicación deberá ser accesible después de la instalación de los equipos.</li> <li>• Circuito de alimentación independiente con pastilla de 20 amps.</li> <li>• Voltaje regulado a 120 Volts +/- 10%</li> <li>• Tierra física menor a 5 ohms</li> <li>• Voltaje entre neutro y tierra <math>&lt; o = a 0.5</math> volts</li> </ul> <p>Contacto dúplex a corriente normal para anuncios y de mas servicios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación via No-break y/o planta de emergencia</li> <li>• Tierra física exclusiva para el equipo de comunicaciones y cajero</li> <li>• Tablero de alimentación independiente a los equipos de fuerza y ubicado dentro del local del cajero</li> <li>• Tablero y circuitos identificados.</li> </ul>
-----------------------------	--	--

Aspecto	Mínimo	Óptimo
---------	--------	--------

<p>MEDIO AMBIENTE</p>	<p>Los cables de señal deberán quedar protegidos por canaletas ó tuberías según el tipo de enlace que se instale para el servicio:</p> <p>Enlace Radio Paquetes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberá contar con tubería exclusiva y guiada de 1.5" de diámetro, desde el punto de instalación de la antena hasta el área del cajero automático, iniciando con una mufa en la base del mástil y con conduelas en las curvas y/o vueltas ( máximo 5) rematando el final de la tubería en el sitio donde quedará ubicado el gabinete de equipo de comunicaciones, a una altura de 50 cm del piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canaleta plástica de 1/2" por 1/2" para proteger los cables de señal que van del gabinete del equipo de comunicaciones hacia el cajero.</li> </ul>
-----------------------	--	---

A continuación mostraremos algunos dibujos que ejemplifican estos requerimientos:

#### AREA REQUERIDA

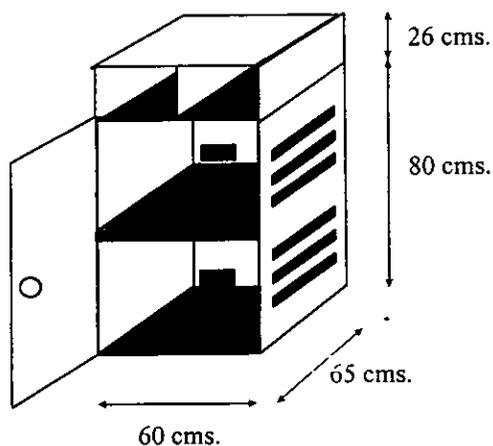


Los gabinetes de equipo se podrán encontrar en locales abiertos, zonas de tránsito como son oficinas, pasillos, puertas de acceso, en el inmueble del cliente.

El espacio que alberga al equipo dentro de los gabinetes deberá tener las siguientes características:

- Dimensiones: 60 cm de frente, 65 cm de fondo, 80 cm de altura.
- Entrepiso intermedio para la instalación del equipo, a una altura de 40 cm de la base, el cual deberá tener 2 perforaciones de 6 cm x 6 cm ubicados en las esquinas interiores.
- Puerta delantera con chapa universal. (cuya llave deberá estar en poder de servicio de guarda - valores y mantenimiento de comunicaciones)

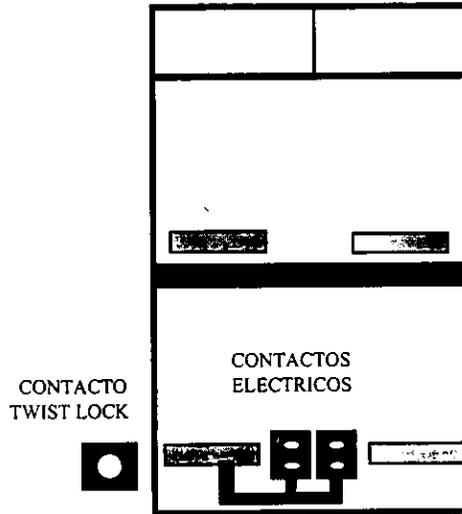
- Tapas laterales con 6 ranuras horizontales para ventilación, de 2 cm de alto por 40 de largo.
- En la tapa trasera deberá tener 4 ranuras horizontales de 3 cm de ancho por 10 de largo, ubicadas 2 en a la altura del entrepaño intermedio, y dos a la altura de la base del mueble.



Dentro del mueble, en la sección inferior, se deberán instalar dos juegos de contactos dúplex para corriente eléctrica, que alimentaran los equipos de comunicaciones .

Estos contactos se fijaran en la tapa trasera del mueble en medio de las ranuras de la misma tapa, y se conectaran a la alimentación exterior por medio de un cable de uso rudo de 1.5 mts de longitud, y rematado por una clavija tipo twist lock de media vuelta.

## GABINETE



Para el caso de locales cerrados con acceso restringido, en donde, por limitaciones de espacio, no se pueda utilizar el gabinete, este se puede sustituir por un par de repisas paralelas, separadas 20 cm con dimensiones de 60 cm por 65 cm ubicadas sobre la pared a una altura de 120 cm.

Para cajeros ubicados en pasillos de acceso, oficinas y áreas abiertas se deben de contar con las condiciones de ventilación adecuadas para garantizar el rango de temperatura de 18° a 24° centígrados , y 50% de humedad relativa.

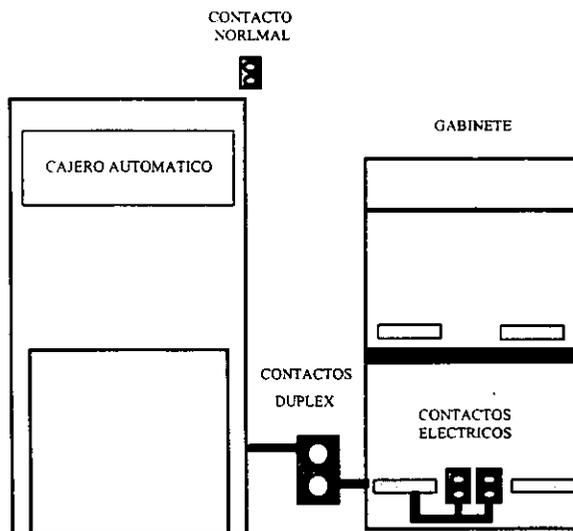
Para cubículos especiales cerrados se requiere la instalación de unidades de aire acondicionado o derivaciones de las instalaciones de aire acondicionado del inmueble que proporcionen la temperatura y humedad dentro del rango requerido.

El sistema eléctrico deberá cumplir con las siguientes características:

- Voltaje regulado de 120V +/- 10%
- Tierra física < a 5 Ohms
- Voltaje neutro/tierra < o = a 0.5 volts
- Circuito de alimentación independiente con pastilla de protección a 20 Amp y etiquetado para su identificación.

En los casos donde se tenga que instalar un regulador para proporcionar la energía a los equipos este deberá quedar instalado fuera del gabinete de equipo de comunicación.

Para conectar los equipos de comunicación, cajero y accesorios se requieren los siguientes contactos:



- 2 contactos de seguridad twist-lock ½ vuelta polarizado.
- 1 contacto dúplex de corriente normal para anuncio luminoso.

Ahora mencionaremos como debe ser la instalación de las antenas con sus respectivos estándares, para lo cual ejemplificaremos con la figura 5.3.1 que se muestra a continuación.

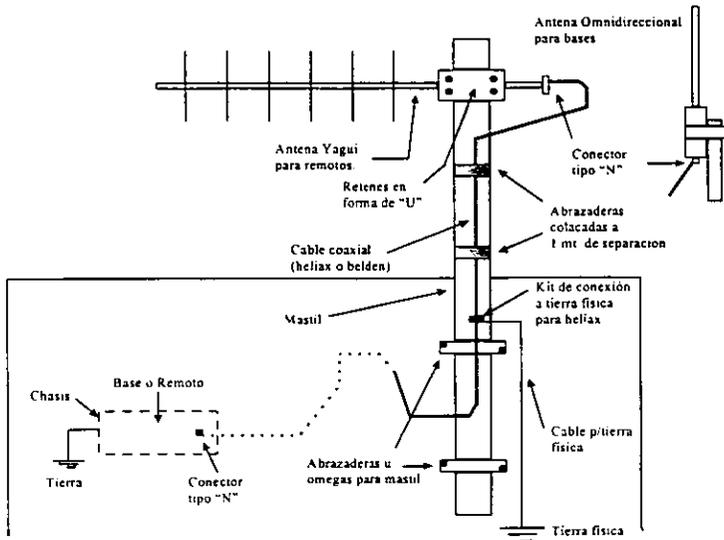


FIGURA 5.3.1 INSTALACION DE ANTENAS

De este dibujo podemos hacer las siguientes precisiones:

- Para los remotos se usará cable coaxial "belden" desde la antena hasta el remoto, la longitud de este cable no debe exceder los 60 mts. aunque para realizar un cálculo más cercano a la realidad debemos partir de que los niveles óptimos de recepción para un radiomodem esta entre los - 60 y los - 80 dbm. Por otra parte se pierden aproximadamente de 12 a 15 db por cada 100 mts. de longitud de cable (dato genérico que puede variar un poco dependiendo de la frecuencia en la cual se este operando). Se deberá tomar en cuenta, como se vio en el capítulo II, los factores de ganancia y de pérdida tales como: antenas, conectores, medio ambiente, etc. Para el caso de los repetidores y bases, se usa normalmente cable heliax que es un cable con menor perdida: aprox. entre 5 y 8 db por cada 100 mts.
- Cabe mencionar que en la práctica, la forma de saber la posibilidad de un enlace es refiriendo al estudio de factibilidad (visto en el capítulo II), y con un estudio de campo usando el analizador de espectros y frecuencias, el wattmetro y antena de pruebas.

- En estos equipos como se muestra en la figura es conveniente conectar un cable al sistema de tierras y al blindaje del propio cable, para evitar que descargas atmosféricas que llegaran a rebasar los para - rayos, lleguen hasta el equipo de comunicaciones (al menos se deben aterrizar los cables de los equipos centrales bases y repetidores).
- También como se muestra en la figura, se debe aterrizar los "chasis" de los equipos tanto centrales como remotos, para una mayor protección.

A continuación hablaremos de los problemas mas comunes encontrados en la práctica, así como su posible solución:

Problemas con Equipo, Administración y Tarjeta de Memoria:

1) No enciende el equipo Kb/Net.

Es posible que no tenga corriente o el conector de corriente está descompuesto. Hay que verificarlo bien antes de enviar a reparar el equipo.

2) El LED de Radio no parpadea.

Esto puede ser debido a que el equipo está desconfigurado, o se perdió el software (la tarjeta de memoria), o alguna tarjeta de comunicación está suelta, por lo que se tiene que enviar al distribuidor o a Kb/TEL a reparación.

3) No se puede establecer comunicación entre el administrador local Kb/NMS y el equipo Kb/Net (no responde con HELLO).

Primero, salga del programa Kb/NMS y reinicialice el programa. Si todavía no responde, verifique lo siguiente:

El cable RS-232 DTE-DTE cruzado entre la computadora personal y el puerto de administración del equipo Kb/Net.

El Puerto serial COM1 o COM2 de la computadora personal (se recomienda cambiar de puerto).

Ver si el equipo Kb/Net está encendido.

Ver si está conectado realmente el puerto de administración ("DIAGNOSTIC") del Kb/Net.

El cable cruzado de la computadora personal a Kb/Net es como sigue:

PC DB9	Kb/Net DB9	PC DB25	Kb/Net DB9
pin 2-----	pin 3	pin 2-----	pin 2
pin 3-----	pin 2	pin 3-----	pin 3
pin 5-----	pin 5	pin 7-----	pin 5

Si todo estuvo bien y todavía no funciona, es posible que esté dañado el puerto del Kb/Net.

4) No permite cambiar el software.

Al empezar a cambiar el software, si el Kb/Net detecta que no tiene suficiente memoria temporal en RAM, avisa al administrador. En este caso, hay que verificar primero si el archivo de software "ROMREMO.IMG" o "ROMBASE.IMG" tiene el tamaño adecuado. Reinicialice Kb/Net y vuelva a intentar.

5) Se cambió el software y el equipo quedó muerto.

Lo más probable es que el software que se cambió esté mal o dañado. La otra posibilidad es que la tarjeta de memoria (Flash Memory) esté mal o no cabe el nuevo software por exceder al tamaño de la memoria.

6) Se cambió la configuración pero no se guardó al volver a encender.

Posiblemente la tarjeta de memoria está mal o no haya pila (para versión de RAM con Batería).

7) Al encender el equipo, la configuración que tenía se cambió (con algunas basuras).

Eso se debe a la falla de "checksum" de la configuración. Vuelva a configurar.

8) Al cargar el software de remotos a una base o el software de base a un remoto, la configuración queda mal.

Esto puede suceder por el cambio del tipo de configuración y el checksum esta bien. Configure de nuevo todo.

Problemas con el protocolo de radio y la administración remota:

1) El remoto está vivo (por monitoreo) y puede hacer PING, sin embargo no puede cambiar o acceder a su configuración o estado.

Probablemente sean las antenas. Como el PING es un mensaje corto, es posible que llegue bien al remoto. Sin embargo, con mensajes más largos no siempre lleguen bien. Verifique con "Radio Link - DIAGNOSTIC" del administrador para DOS, utilizando una longitud de mensaje más larga (hasta 1024).

2) Aparentemente un remoto está viendo a una base, sin embargo la base dice que está caído. O por accidente se prendió un equipo base falso y causó problemas en la célula.

Hay repeticiones de la base. Saque la base duplicada y reinicie la verdadera Base.

3) Por accidente se dio de alta a un remoto duplicado.

De de baja el remoto duplicado y reinicie el remoto verdadero. En caso de no poder reiniciar al remoto verdadero, reinicie la base.

4) El tiempo de respuesta es lento o muchos remotos se encuentran en listos (color amarillo en monitoreo).

Hay que verificar si es debido a la pérdida de sincronía. Algunos remotos mal configurados en slot-width-time pueden causar esto. Verifique también si algunos Remotos están enviando continuamente alarmas. Si es el caso, hay que verificar sus alarmas y su configuración, porque con una dirección mal configurada se pueden generar alarmas.

5) El enlace de radio se cae de repente.

Puede ser debido a la interferencia de alguien, o está dañado el radio de la base o la antena central. Para verificar si existe interferencia, apague la base y verifique si todavía hay portadora.

6) Después de configurar algunos parámetros de radio a un remoto (desde la base), este remoto se cayó.

Recuerde si hubo un cambio accidental en la frecuencia del radio. En caso afirmativo, se tiene que reprogramar la frecuencia de radio del remoto.

Problemas con protocolos, comunicación con los equipos de usuario y tarjetas de comunicaciones:

Para solucionar este tipo de problemas es indispensable contar con un analizador de protocolos.

1) La base no está viendo al "host".

Conecte el analizador de protocolos al puerto y verifique si el "host" está poleando correctamente a la dirección configurada. Si en el analizador se ve bien, verifique si el Kb/Net está bien configurado (especialmente con el modo de reloj y código de línea) o si el cable está mal (los pines o tipo). Verifique también el tiempo de respuesta del puerto.

2) La base está viendo al "host" pero la respuesta no llega éste (o el "host" no está viendo a la base).

Verifique el modo de reloj y las señales necesarias.

3) El "host" no puede polear o se queda esperando algo.

Falta alguna señal proveniente del Kb/Net (DCD o CTS). Verifique si es el cable o la tarjeta de comunicaciones SCC.

4) Al conectar la Base con un multiplicador digital, los demás puertos (subcanales) del multiplicador digital quedan bloqueados o el multiplicador queda muerto.

Verifique el modo de contención del multiplicador digital. En caso de "Signal-Contention", la base se tiene que manejar con señales controladas (RTS/DCD Controlled). En caso de Data - Contention, la base se tiene que manejar con "Idle-Character Mark" en lugar de Flag.

5) El Remoto ya está poleando a la Terminal pero la Terminal no contesta.

Verifique la velocidad, modo de reloj, y lo que es más importante, saber si la terminal requiere que el Kb/Net maneje CTS seguido de RTS. También hay que ver si el Kb/Net le entrega la señal DCD.

6) Al conectar una "terminal" o "controlador" del usuario a un remoto Kb/Net, la Terminal queda muerta o esta muy lenta.

Puede ser que la frecuencia de poleo sea demasiado rápida por parte del Kb/Net.

7) El puerto de usuario del Kb/Net está listo ("READY") pero no se obtienen datos.

Úsese "PORT-DIAGNOSTIC" para verificar si es la tarjeta de SCC del Kb/Net la que está mal.

8) Alguna dirección se cae y se levanta continuamente.

Puede ser por que el Timeout de las direcciones es muy pequeño.

En el siguiente capítulo se realizará un estudio similar al presentado en el Capítulo II, pero con puntos instalados por radiopaquetes con el sistema propuesto en esta tesis. También se hará una comparación de los resultados obtenidos con los del mismo Capítulo II, donde se verá cual de los dos sistemas representan la mejor opción para la institución financiera "x". Ya en la segunda parte del siguiente capítulo se presentará un análisis costo - beneficio para validar que la opción escogida en este trabajo sea realmente lo que se esperaba y lo que conviene a la institución financiera "x".

## CAPITULO VI

En este capítulo haremos un análisis de los resultados obtenidos en las mediciones realizadas a la disponibilidad del medio de comunicación de radiopaquetes. Cada grupo de cajeros o servidores para terminales punto de venta dentro de una misma Base o Repetidor, le llamaremos "Célula" de radio. Una vez realizadas estas mediciones las compararemos con los datos que se habían obtenido en el Capítulo IV. Con esta información podremos realizar la comparación entre los medios tradicionales y el propuesto en el presente trabajo.

### 6.1 Análisis de la disponibilidad del servicio.

Para este análisis es pertinente comentar que hay algunas puntos que es importante definir y que de alguna forma podrían influir en algo para que las mediciones variaran.

Para que la comparación fuera totalmente igual, se deberán de medir los mismos puntos, que se midieron en el capítulo IV, durante el mismo periodo de tiempo y durante la misma época del año, esto no es del todo posible, sin embargo se realizó lo más parecido a la primera medición. Por otra parte tanto en el capítulo IV como en el presente capítulo se han tomado muestras de toda la red de cajeros de la institución financiera "x" y como los problemas que se pretenden resolver se presentan indistintamente en toda la red, se asume que el sistema propuesto resolverá la problemática planteada en este trabajo.

Cabe mencionar que los puntos en los cuales se instaló sistema de radiopaquetes son: Toluca (con los mismos puntos que se revisaron en el capítulo IV), Villahermosa (con los mismos puntos que se revisaron en el capítulo IV) y México D.F. (con puntos diferentes a los analizados en el capítulo IV).

Recordando los sitios analizados de las tres entidades y que eran:

### México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio
1	Jumex Xalostoc	Linea Telefonica	ATM
2	Cementos anahuac	Linea Telefonica	ATM
3	Buffete Industrial	Linea Privada	ATM
4	Tienda del Nuevo Mundo	Linea Telefonica	POS
5	Productos Roche	Linea Telefonica	ATM
6	Seguros la Comercial	Linea Privada	ATM
7	Ferronales Pantaco	Linea Telefonica	ATM
8	El universal	Linea Telefonica	POS
9	Hosital Angeles	Linea Privada	ATM
10	Chrysler	Linea Privada	ATM
11	Issste Ciudadela	Linea Telefonica	POS
12	Pemex 18 de marzo	Linea Telefonica	ATM
13	3M DE MEXICO	Linea Telefonica	ATM
14	IMSS la Raza	Radio Punto a Punto	ATM
15	Sears Satellite	Linea Privada	ATM
16	Issste Lomas Verdes	Linea Telefonica	POS
17	Price Club Plaza Satellite	Linea Privada	ATM
18	Gigante Villacoapa	Linea Privada	ATM
19	Seguros Monterrey	Linea Privada	ATM
20	Seguros Monterrey	Linea Privada	POS

### Villahermosa

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio
1	Imss	Linea Telefonica	ATM
2	SEP	Linea Telefonica	ATM
3	Refineria	Radio Punto a Punto	ATM
4	Pemex I	Linea Telefonica	ATM
5	Pemex II	Linea Telefonica	ATM
6	Pemex III	Linea Privada	ATM

### Toluca

No.	Punto de Negocio (empresa)	Medio de Enlace (L.P., Tel., Radio P-P)	Tipo de Servicio
1	Oneida	Linea Telefonica	ATM
2	Robert Bosch	Linea Telefonica	ATM
3	Nissan	Linea Privada	ATM
4	Sam's	Radio Punto a Punto	ATM
5	Molinera San Vicente	Linea Telefonica	ATM
6	General Motors	Linea Privada	ATM
7	Quimica Hoecht	Linea Privada	ATM
8	Rexel	Linea Privada	ATM
9	Bimbo	Linea Privada	ATM
10	Moldes y exhibidores	Linea Privada	ATM

Como habíamos mencionado, tanto para Toluca como para Villahermosa se instalaran equipos de radio punto multipunto en las entidades señaladas en las tablas anteriores y el único punto, para ambas entidades, que no se instaló por radiopaquetes, fue el que estaba por un enlace punto a punto: Distrito Federal - IMSS la raza; Toluca - Sam's; y Villahermosa - Refinería.

Antes de indicar la disponibilidad obtenida haremos las siguientes observaciones;

- Las frecuencias usadas en cada una de las entidades son: Toluca - 497.000 Mhz.; Villahermosa - 497.000 Mhz y Distrito Federal - 497.225 Mhz., que son parte del grupo de frecuencias pertenecientes a la institución financiera "x" y que pueden ser usadas a nivel nacional.
- Para realizar el calculo de enlace, lo que se hizo procediendo en una forma muy práctica fue montar una antena omnidireccional en las torres ya instaladas de los edificios de las oficinas matrices de la institución financiera "x" en las ciudades de Toluca y Villahermosa, y en el Distrito Federal, se instaló en un nodo ubicado al norte de la ciudad en Vallejo y en todas ellas se instaló una base Kb/net.
- Se procedió a visitar cada una de las empresas donde se tenía instalado un cajero automático o bien un servidor para terminales punto de venta, realizando mediciones sobre los niveles de recepción de la señal al nivel de la azotea.

- Para las ciudades de Toluca y Villahermosa, la cobertura de los sitios fue total, pues la señal de la base llegaba a todos los posibles remotos. Para el Distrito Federal, de los 19 sitios solo se logro la cobertura de 14 de ellos, sin embargo la institución financiera "x" cuenta con cuatro nodos mas distribuidos en toda la ciudad y que además cuentan con la infraestructura necesaria para montar células de radiopaquetes, es decir, cuentan con red de transporte (red MAN) que conecta a los "main frame" o procesadores centrales de la institución, cuenta con torres de 40 mts. o más de altura para poder instalar una antena omnidireccional, y cuenta con todas las adecuaciones físico - eléctricas para albergar equipos de esta naturaleza (aire acondicionado, planta de emergencia, reguladores, ups, sistemas de tierras físicas, etc.). Y con todo esto se pretende instalar más células de radiopaquetes para lograr una cobertura prácticamente total en toda la ciudad, aunque esto es muy difícil en una metrópoli como la nuestra, donde hay cientos de edificios que no permiten un enlace por línea de vista como lo requiere un enlace de este tipo, pero si es posible lograr una gran cobertura.
- Los resultados de las mediciones obtenidas, ya a nivel de piso, se muestran a continuación, para cada una de las entidades:

**México Distrito Federal:**

No.	Punto de Negocio (empresa)	Recepción dbm (ubicación de radio)	Tipo de servicio	Comentarios
1	Jumex Xalostoc	- 85	ATM	Se usó mástil de 12 mts. en lado Remoto
2	Cementos Anáhuac	-80	ATM	Remoto en piso 12, enlace de modems para llegar a la planta baja al ATM.
3	<i>Buffete Industrial</i>	-105	ATM	<i>Ubicada al sur, no escucha a Vallejo</i>
4	<i>Tienda del Nuevo M.</i>	- 108	POS	<i>No hay linea de vista (Centro Histórico).</i>
5	Productos Roché	- 80	ATM	Se uso mástil de 9 mts.
6	<i>Seguros la Comercial</i>	-110	ATM	<i>Ubicada al sur, no escucha a Vallejo</i>
7	Ferronales P.	-78	ATM	Se uso mástil de 6 mts.
8	El universal	- 80	POS	Se uso mástil de 9 mts.
9	<i>Hospital Angeles</i>	-110	ATM	<i>Ubicada al sur, no escucha a Vallejo</i>
10	Chrysler	-75	ATM	Se uso mástil de 6 mts.
11	Issste Ciudadela	-75	POS	Se ubico antena en torre de emp. a 15 mts.
12	Pemex 18 de Marzo	- 75	ATM	Se ubico antena en torre de emp. a 15 mts
13	3M de México	- 80	ATM	Se uso mástil de 9 mts.

14	Sears Satélite	-77	ATM	Se ubico antena en torre de emp. a 12 mts
15	Issste Lomas verdes	-82	POS	Se ubico antena en torre de emp. a 15 mts
16	Price Club Plaza Satélite	- 80	ATM	Se ubico antena en torre de emp. a 12 mts
17	Gigante Villacoapa	-112	ATM	Ubicada al sur, no escucha a Vallejo
18	Seguros Monterrey	-76	ATM POS	Se uso mástil de 9 mts. Se uso un multiplicador para enlazar ambos servicios.

Como se observa hubo 5 puntos en los cuales no es posible realizar un enlace hacia la célula Vallejo: Buffete Industrial, Tienda del Nuevo Mundo, Seguros Comercial, Hospital Angeles y Gigante Villacoapa.

#### Villahermosa:

No.	Punto de Negocio (empresa)	Recepción dbm (ubicación de radio)	Tipo de servicio	Comentarios
1	Imss	- 78	ATM	Se usó mástil de 12 mts. en lado Remoto
2	SEP	- 70	ATM	Se uso mástil de 6 mts.
3	Pémex I	-75	ATM	Se uso mástil de 6 mts.
4	Pémex II	-70	ATM	Se uso mástil de 6 mts
5	Pémex III	- 68	ATM	Se ubico antena en torre de emp. a 12 mts.

#### Toluca:

No.	Punto de Negocio (empresa)	Recepción dbm (ubicación de radio)	Tipo de servicio	Comentarios
1	Oneida	- 75	ATM	Se usó mástil de 12 mts. en lado Remoto
2	Robert Bosch	- 65	ATM	Se uso mástil de 3 mts.
3	Nissan	-75	ATM	Se uso mástil de 12 mts.
4	Molinera San Vicente	- 80	ATM	Se uso mástil de 12 mts
5	General Motor	- 60	ATM	Se uso mástil de 3 mts.
6	Quimica Hoecht	- 78	ATM	Se uso mástil de 9 mts.
7	Rexel	- 80	ATM	Se uso mástil de 12 mts.
8	Bimbo	- 75	ATM	Se uso mástil de 9 mts.
9	Moldes y exhibidores	- 80	ATM	Se ubico antena en torre de emp. a 12 mts

- Por otra parte en todos los puntos instalados se respetaron las adecuaciones físico - eléctricas que se habían mencionado en el capítulo anterior, en cuanto a espacio, condiciones atmosféricas, suministro eléctrico y muebles para seguridad de los equipos.
- Se midió también el reflejo en las antenas una vez realizada la instalación completa, la cual dio como resultado 0 watts (cero), con lo cual se garantizó que tanto los conectores en la parte de radio así como en la parte de la antena y la calidad del cable, fueron los adecuados para eliminar cualquier posible pérdida.

A continuación mostraremos las tablas de disponibilidad obtenidas en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, para las tres ciudades: Villahermosa , Toluca y Distrito Federal (para estas ciudades se montaron las células en el mes de Noviembre). Esto se logró en virtud de que la institución financiera "x" tenía ya frecuencias asignadas, así como nodos de red de transporte que le permitieron definir los cajeros en la misma y conectar un puerto de la red a el puerto de la base. La instalación de los puntos remotos también se realizó de manera rápida, pues como habíamos mencionado, primero se realizó un estudio de cobertura y posteriormente se monto un repetidor, midiendo en cada punto y realizando la instalación correspondiente. Una vez realizada la instalación a nivel radio y determinando que cumplía con lo que se esperaba, se procedió a la etapa de conexión de la parte de datos, donde tampoco se tuvo el más mínimo problema. Estas tablas de disponibilidad se muestran en las siguientes páginas, así como también una breve descripción de los problemas a los cuales se debió la no - disponibilidad.

Nota: se presentan sólo gráficas de los puntos de negocio ubicados en el Distrito Federal, en virtud de que para las ciudades de Villahermosa y Toluca la disponibilidad promedio llegó al 100 % en los tres meses en los cuales se realizó la medición para radiopaquetes.

México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados		Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
2	Cementos anahuac	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
3	Productos Roche	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
4	Ferronales Pantaco	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
5	El universal	POS	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
6	Chrysler	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
7	Issste Ciudadela	POS	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
8	Pemex 18 de marzo	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
9	3M DE MEXICO	ATM	Daño en la antena por obras en la empresa		480	1.84%	98.16%
10	Sears Satellite	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
11	Issste Lomas Verdes	POS	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
12	Price Club Plaza Satellite	ATM	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
13	Seguros Monterrey	ATM/POS	Ninguno por comunicaciones		0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>					<b>36.92307692</b>	<b>0.14%</b>	<b>99.86%</b>

disponibilidad para Enero =  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

Febrero 1998

México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	Cementos anahuac	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Productos Roche	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Ferronales Pantlaco	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	El universal	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	Chrysler	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Issste Ciudadela	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Pemex 18 de marzo	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	3M DE MEXICO	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Sears Satellite	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
11	Issste Lomas Verdes	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
12	Price Club Plaza Satellite	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
13	Seguros Monterrey	ATM/POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Febrero =  $28 \times 14 \times 60 = 23,520$  minutos = 100 %

Marzo 1998

México Distrito Federal

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Jumex Xalostoc	ATM	Bloqueo del radio por variación de voltaje	45	0.19%	99.81%
2	Cementos anahuac	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Productos Roche	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Ferronales Pantaco	ATM	Daño al equipo de radio.	90	0.38%	99.62%
5	El universal	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	Chrysler	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Issste Ciudadela	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Pemex 18 de marzo	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	3M DE MEXICO	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Sears Satellite	ATM	Desconexión del cable de la antena	100	0.43%	99.57%
11	Issste Lomas Verdes	POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
12	Price Club Plaza Satellite	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
13	Seguros Monterrey	ATM/POS	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				<b>18.07692308</b>	<b>0.08%</b>	<b>99.92%</b>

disponibilidad para Marzo =  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

Villahermosa

Enero 1998.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Inss	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	SEP	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Pemex I	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Pemex II	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Pemex III	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Enero=  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

Villahermosa

Febrero 1998.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Inss	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	SEP	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Pemex I	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Pemex II	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Pemex III	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Febrero=  $28 \times 14 \times 60 = 23,520$  minutos = 100 %

Villahermosa

Marzo 1998.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas Detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Inss	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	SEP	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Pemex I	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
4	Pemex II	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Pemex III	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Marzo=  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

## Totluca

Enero 1998.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Oneida	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	Robert Bosch	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Nissan	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Molinera San Vicente	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	General Motors	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Quimica Hoecht	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Rexel	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	Bimbo	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Moldes y exhibidores	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Enero=  $31 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

## Totluca

Febrero 1998.

No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Oneida	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	Robert Bosch	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Nissan	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Molinera San Vicente	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	General Motors	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Quimica Hoecht	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Rexel	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	Bimbo	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Moldes y exhibidores	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Febrero=  $28 \times 14 \times 60 = 23,520$  minutos = 100 %

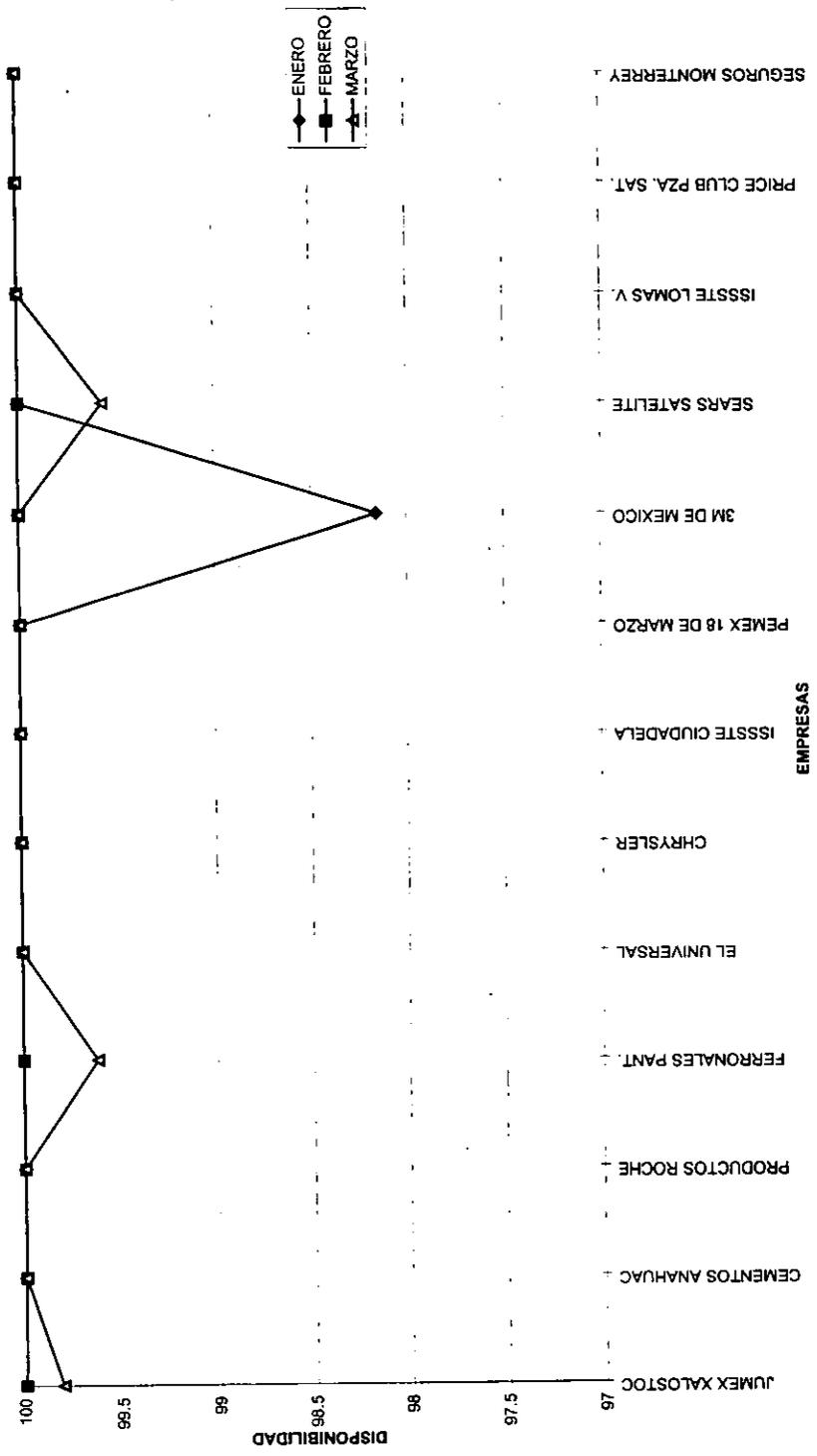
Marzo 1998.

Toluca

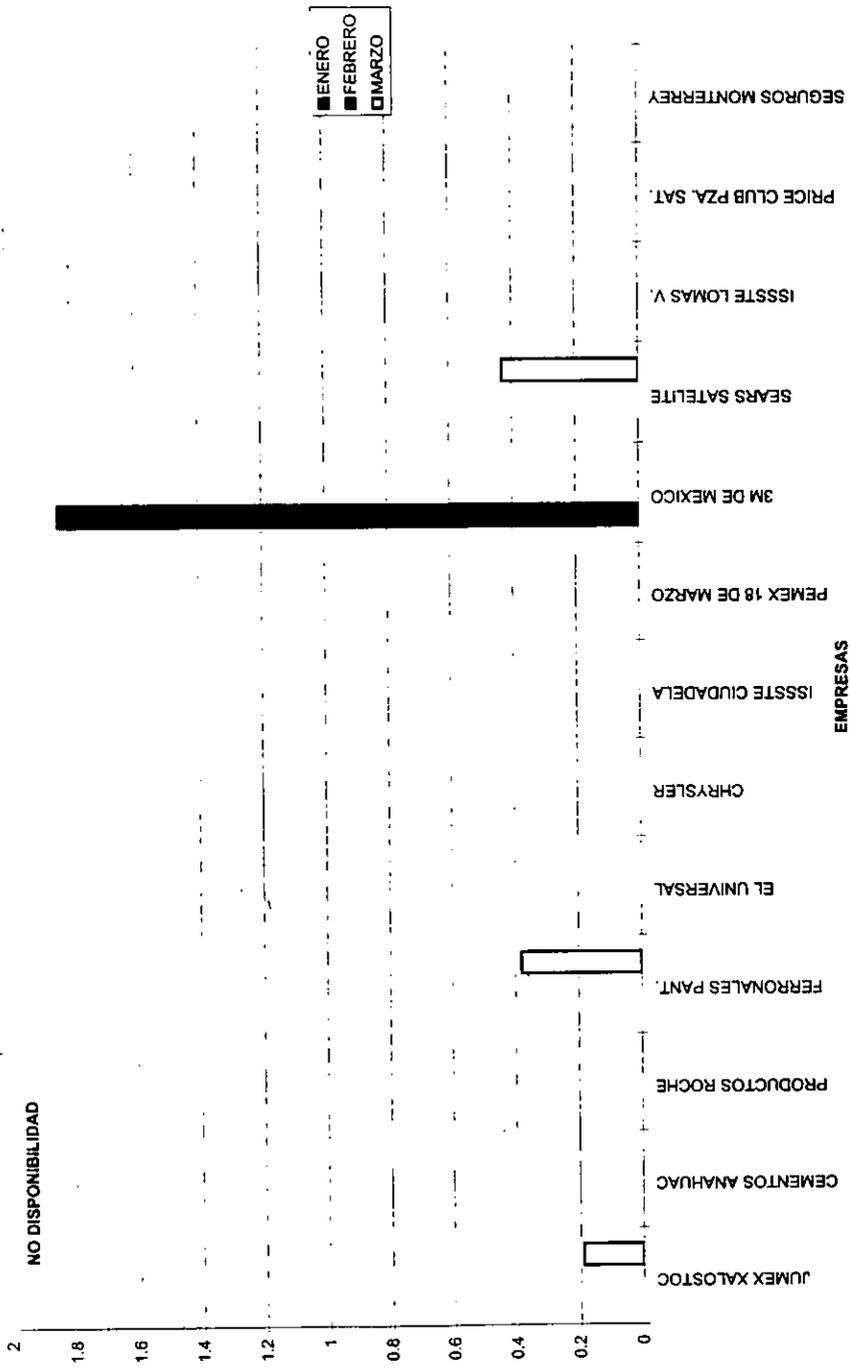
No.	Punto de Negocio (empresa)	Tipo de Servicio	Problemas detectados	Minutos que se afecto el servicio	No Disponibilidad en Ventana de Serv.	Disponibilidad
1	Oneida	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
2	Robert Bosch	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
3	Nissan	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
5	Molinera San Vicente	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
6	General Motors	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
7	Quimica Hoecht	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
8	Rexel	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
9	Bimbo	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
10	Moldes y exhibidores	ATM	Ninguno por comunicaciones	0	0.00%	100.00%
<b>Promedio:</b>				0	0.00%	100.00%

disponibilidad para Marzo=  $28 \times 14 \times 60 = 26,040$  minutos = 100 %

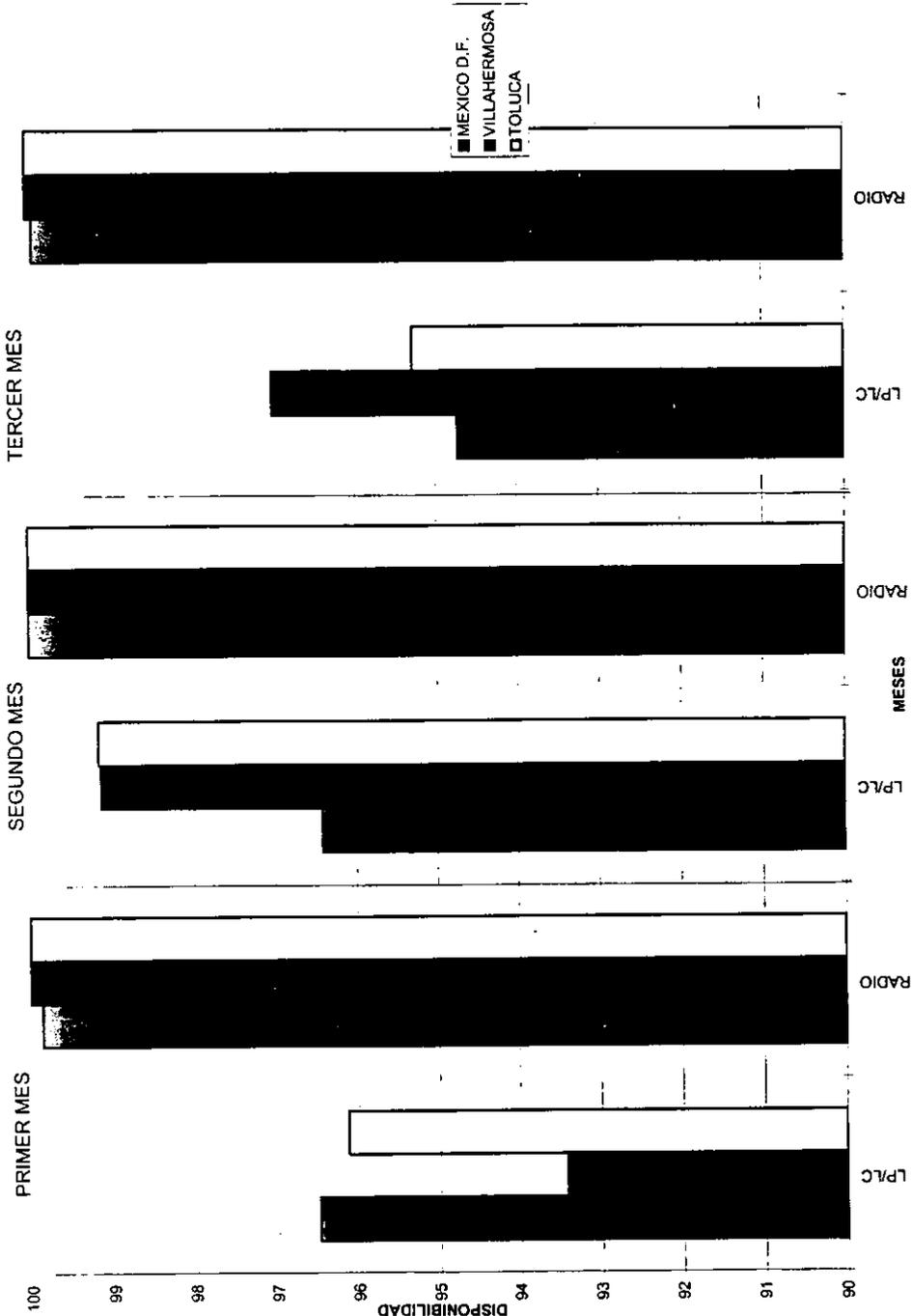
COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN MEXICO D.F. EN TRES MESES  
( CON RADIOENLACE)



COMPORTEAMIENTO DE LA NO -DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MONITOREADOS EN MEXICO D.F. EN TRES MESES (CON RADIO ENLACE)



COMPARACION DE LA DISPONIBILIDAD POR MEDIO CONVENCIONAL VS RADIO POR UN PERIODO DE TRES MESES



A continuación presentamos en una tabla, la comparación entre la disponibilidad de los medios hasta ahora usados, contra la disponibilidad obtenida con enlaces de radiopaquetes. Cabe hacer mención de que estas disponibilidades se refieren únicamente a daños en los medios de comunicación, y no se ha tomado en cuenta indisponibilidad por otros factores tales como: problemas con los equipos terminales (Cajeros Automáticos o Servidores), problemas operativos o problemas por suministros.

Tabla comparativa de la disponibilidad para los puntos de negocio ubicados en la Ciudad de México D.F.:

	PRIMER MES		SEGUNDO MES		TERCER MES	
	Agosto	Enero	Septiembre	Febrero	Octubre	Marzo
LP/LC Disponibilidad Promedio	96.49 %	-----	96.42 %	-----	94.72 %	-----
Radiopaquetes Disponibilidad Promedio	-----	99.86 %	-----	100.00 %	-----	99.92 %

Tabla comparativa de la disponibilidad para los puntos de negocio ubicados en la Villa Hermosa:

	PRIMER MES		SEGUNDO MES		TERCER MES	
	Agosto	Enero	Septiembre	Febrero	Octubre	Marzo
LP/LC Disponibilidad Promedio	93.42 %	-----	99.13 %	-----	97.01 %	-----
Radiopaquetes Disponibilidad Promedio	-----	100.00 %	-----	100.00 %	-----	100.00 %

Tabla comparativa de la disponibilidad para los puntos de negocio ubicados en la Toluca:

	PRIMER MES		SEGUNDO MES		TERCER MES	
	Agosto	Enero	Septiembre	Febrero	Octubre	Marzo
LP/LC Disponibilidad Promedio	96.13 %	-----	99.16 %	-----	95.28 %	-----
Radiopaquetes Disponibilidad Promedio	-----	100.00 %	-----	100.00 %	-----	100.00 %

De esta última tabla se desprende que el medio de comunicación por radio mejora en mucho la disponibilidad para los puntos de negocio, en cuanto a la comunicación se refiere, de hecho cumple con el objetivo para el cual se le instaló en la institución financiera "x", pues la disponibilidad comprometida era del 99.5 % y los datos obtenidos nos dan incluso arriba de ese valor.

Aquí es importante señalar que para que esta disponibilidad se mantenga se deben cumplir con algunos requerimientos, los cuales mencionaremos a continuación:

- Las adecuaciones físico - eléctricas que se mencionaron en el capítulo anterior, deben cumplirse al pie de la letra y estar siempre en las mismas condiciones pues son requerimientos del fabricante para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.
- Se deben cumplir con los mantenimientos preventivos y predictivos, que para estos equipos sugiere el fabricante y proveedor, los cuales consisten en: limpieza de los equipos, revisión de conectores de antena y radio, inspección de la instalación del cable, antena, retenidas, medición y corrección de reflejo en las antenas, etc. para detectar fallas potenciales y corregirlas antes de tiempo. Los periodos de mantenimientos preventivos de acuerdo al fabricante y al proveedor deben de realizarse una vez al año como mínimo o bien dos veces al año si el cajero es de alta demanda.
- Para poder medir la realidad del comportamiento del medio de comunicación, se deben clasificar y tipificar las fallas anotando las que correspondan realmente al medio de comunicación (sea cual sea), para lograr encontrar las causa - raíz de los problemas. Esto nos permitirá atacar y orientar los esfuerzos a los factores que realmente estén contribuyendo a la indisponibilidad del servicio, como por ejemplo problemas de energía eléctrica, problemas del equipo terminal (cajero o servidor), problemas de errores operativos, etc.

En la segunda y última parte de este trabajo, realizaremos un estudio comparativo de costo beneficio para justificar la adquisición e instalación de las células de radiopaquetes en lugar de los medios convencionales de líneas conmutadas y líneas privadas.

**6.2).- Análisis costo beneficio.**

En esta parte realizaremos el análisis de costo - beneficio para validar la factibilidad de los enlaces instalados, así como la conveniencia de instalar y mantener esta tecnología para los puntos de negocio de la institución financiera "x".

Comenzaremos con anotar los costos de los equipos de comunicaciones instalados tanto en medios convencionales, como en radiopaquetes.

EQUIPOS USADOS	MEDIOS CONVENCIONALES	RADIOPAQUETES	COSTO APROXIMADO EN EL MERCADO NACIONAL
MODEMS (Motorola Codex mod. 3266)	Dos modems por enlace	-----	\$ 1,100.00 USD c/u. (Tot. \$ 2,200.00 USD)
BASE	---	1 Soporta hasta 30 remotos	\$ 2,200 USD
REMOTO	-----	1 Por cada punto de negocio	\$ 2,000.00 USD
CABLE BASE (50 mts. prom. Tipo Heliq)	---	6.00 USD por metro	\$ 300.00 USD
CABLE REMOTO (60 mts. prom.)	-----	2.00 USD por metro	\$ 120.00 USD
ANTENA OMNI BASE	-----	\$ 600.00 USD c/u (por cada base)	\$ 600.00 USD
ANTENA YAGUI REMOTO	---	\$ 100.00 USD c/u (por cada remoto)	\$ 100.00 USD
CONECTORES BASE	---	\$ 50.00 USD c/par (por base)	\$ 50.00 USD
CONECTORES REMOTO	---	\$ 25.00 USD c/par (por remoto)	\$ 25.00 USD

Si realizamos cuentas para un solo enlace, el costo sería realmente muy diferente y parecería que la tecnología de radio es demasiado cara, pues el costo sería:

MEDIOS CONVENCIONALES	RADIOPAQUETES
\$ 2,200.00 USD	\$ 5,395.00 USD

Para 10 enlaces el costo se hace menos diferente, pues en lo referente a la Base (antena, cable y conectores) solo se gasta una vez, por lo que los costos restante se multiplicarían por 9 en el caso de 10 enlaces, para 20 el factor de multiplicación sería 19 lo que nos daría los siguientes resultados:

ENLACES	MEDIOS CONVENCIONALES	RADIOPAQUETES
10	\$ 22,000.00 USD	\$ 25,600.00 USD
20	\$ 44,000.00 USD	\$ 48,050.00 USD

Como se puede observar, mientras más enlaces se tengan por radiopaquetes, el costo permanece muy parecido con una diferencia de aproximadamente entre 3 y 4 mil dolares.

Por otra parte se hará ahora la comparación entre los costos de instalación entre ambos medios, los convencionales y los radiopaquetes:

MEDIOS CONVENCIONALES	RADIOPAQUETES	
\$ 2,000.00 M.N. POR ENLACE 2 MDMS.	\$ 5,500.00 M.N. BASE	\$ 2,500.00 M.N. REM.

Se tiene que puntualizar las actividades que cubren estos costos:

- Para radiopaquetes, en el caso de la base, esto incluye el montaje de los equipos y las conexiones de los puertos de la misma al host (equipo central) de la institución financiera "x".
- Se incluye también la puesta en servicio.
- Para el caso del remoto el costo incluye una visita de inspección, la instalación, la conexión del puerto del remoto al cajero o servidor y la puesta en servicio.
- Para el caso de los modem, el costo incluye la instalación de los mismos, la conexión a los equipos centrales y terminales y la puesta en operación.

Realizando una comparación entre 10 y 20 enlaces, similar a la anterior tenemos:

ENLACES	MEDIOS CONVENCIONALES	RADIOPAQUETES
10	\$ 20,000.00 M.N.	\$ 30,500.00 M.N.
20	\$ 40,000.00 M.N.	\$ 55,500.00 M.N.

Como podemos observar también en este rubro se incrementa el costo de las instalaciones por radio en comparación con los medios convencionales.

En seguida se plantea lo referente a la renta de los servicios telefónicos y de frecuencias.

Como se explico en el capítulo II de radioenlaces, actualmente no hay renta de frecuencias en la banda UHF para radioenlaces privados por una reorganización de las mismas, sin embargo la solución de radio planteada aquí aplica perfectamente para la institución financiera "x" quienes ya cuenta con varias frecuencias asignadas en la banda de 400 a 512 MHz que es una de las bandas donde operan los equipos de esta solución. Antes habrá que mencionar que en este momento, Tel - Mex da la facilidad de contratar enlaces por DS-0 de 64 kbps para cualquier usuario y cuyos costos se indican a continuación:

ENLACE DS - 0 (LOCAL)	PRECIO POR CONTRATACION	PRECIO POR RENTA MENS
Canal a 64 Kb/s	\$ 21, 226.00 M. N.	1,492.00 M. N.

El inconveniente de este tipo de enlaces, sobre todo para esta aplicación, es que es un ancho de banda sobrado para enlazar un punto de negocio como un cajero automático o un servidor para terminales punto de venta. Además los equipos de comunicaciones son muy caros, por ejemplo un ruteador que anda por el orden de los \$ 2,500 USD.

Los costos de contratación para una línea privada y una línea telefónica para utilizarlas en enlaces comunes de datos para las velocidades que se manejan en la institución financiera "x" son como sigue:

MEDIOS CONVENCIONALES	COSTO	RENTA	PERIODO
LINEA PRIVADA	\$ 8,000.00	\$ 1,035.00	MENSUAL
LINEA CONMUTADA	\$ 3,500.00	\$ 200.00	MENSUAL

RADIOPAQUETES	CONTRATACION Y RENTA	PERIODO
UNA FRECUENCIA UHF	\$ 4,556.00	ANUAL
	\$ 379.66	MENSUAL

Hemos visto que los costos se incrementan para los enlaces de radiopaquetes en comparación con los medios convencionales, sin embargo este incremento no es significativo en comparación con los beneficios obtenidos, los cuales se enlistan a continuación:

- Se ha logrado obtener una disponibilidad arriba de lo requerido por la institución financiera "x", en el rubro de comunicaciones que enlazan a los equipos terminales ubicados en sus puntos de negocio.
- Se ha logrado recuperar muchas de las cuentas en las empresas que por indisponibilidad en los servicios, provocada por fallas en los medios, estaban a punto de cancelarse.
- El mercado para la institución financiera "x" ha crecido en virtud de que sus puntos de negocio han ganado confiabilidad.
- La estabilidad lograda ha permitido a la institución financiera "x" introducir con mayor facilidad y mayor cobertura en el mercado, los paquetes financieros que van acompañados de un cajero automático en empresas o bien un servidor para autorizaciones en centros comerciales.
- Se ha logrado una mayor penetración en el mercado, en el rubro de puntos de negocio y esto ha dado una mayor presencia y mejorado en mucho la imagen de la institución financiera "x".
- El resultado ha tenido tanto éxito que a la fecha (Octubre 1998) la institución financiera "x", tiene ya instaladas cuatro células en el Distrito Federal, una en Monterrey, una en Guadalajara, una en Veracruz y una en Hermosillo. Además existen planes de instalación en ocho ciudades más.

## CONCLUSIONES:

*Como conclusiones podemos enlistar las siguientes:*

1. Se resolvió el problema planteado al inicio de este trabajo, donde se exponía el gran problema de la indisponibilidad provocada por tener enlaces de comunicación a los puntos de negocio de la institución financiera "x" a través de líneas privadas y líneas telefónicas.
2. La solución aquí planteada, después de revisar los costos en el análisis del capítulo anterior, responde en gran medida a la conveniencia de la institución financiera "x", pues el costo de este sistema se incrementa (en referencia al anterior), en forma poco significativa en comparación con los múltiples beneficios que otorga.
3. Este sistema puede aplicarse a otras instituciones financieras a algún otro tipo de negocio que requiera enlaces similares para resolver problemas similares.
4. La implementación de los radiopaquetes se realizó aprovechando la infraestructura y las facilidades que ya se tenían en la institución financiera "x", lo que indica que la solución propuesta fue a la medida de las posibilidades y los requerimientos de la institución financiera "x".
5. El resultado cubrió con mucho las expectativas de la hipótesis planteada en esta tesis, de tal forma que se esta planeando una cobertura de radio células a nivel nacional en la Institución Financiera "x".

## GLOSARIO

ACK	Abreviación para el acknowledgment . Los Ack's. son normalmente enviados en una red, de un equipo a otro para reconocer que algún evento a ocurrido (ej. recepción de un mensaje)
Adress	Dirección. Estructura de datos usada para identificar una entidad única, tal como un proceso particular o una localización en la red.
AM	Amplitud Modulada, o bien Modulación en Amplitud. Técnica de modulación mediante la cual la información es transportada (transmitida) a través de la amplitud de otra señal "portadora".
Amplitud	El máximo valor de una forma de onda analógica o digital.
Ancho de Banda	La diferencia entre la frecuencia alta y la frecuencia baja disponibles para las señales de una red. El término también es usado para describir la capacidad de velocidad de salida de una red dada o bien de un protocolo.
ASCII	"American Standar Code for Information Interchange". Código de 8 bits para representación de caracteres, incluye 7 bits más bit de paridad.
Atenuación	Perdida de energía en una señal de comunicación.
Banda de Guarda	Banda de frecuencia no usada entre dos canales de comunicación que provee la separación de los canales para proveer interferencia mutua.
Baud	Una unidad de velocidad en una señalización igual a el número de condiciones discretas o eventos de la señal por segundo. Baud es sinónimo de bit por segundo, si cada evento representa exactamente un bit.
Binary Synchronous Communication	BSC. Protocolo de Carácter orientado, en un enlace para aplicaciones half - duplex. Usualmente referido como bitsync
Bit	Dígito binario. Unidad usada en el sistema numérico binari. Puede ser 0 o 1.
Bit error rate	porcentaje de bits trasmitidos y recibidos con error.
Bit Oriented Protocol	Es una clase de protocolo de comunicación que puede transmitir frames sin considerar el contenido del frame. Comparado con un "byte oriented protocol", el "bit oriented protocol" es más eficiente y más confiable, y además provee una operación full duplex.

Bit Rate	La velocidad a la cual los bits son transmitidos, usualmente es expresada en bits por segundo (bps).
Broadcast	Un mensaje enviado a todos los destinatarios de la red.
Broadcast Address	Una dirección reservada para enviar a todas las estaciones en la red un mensaje simultaneamente.
BSC	"Binary Synchronous Communication", Comunicación Sincrona Binaria.
Byte	Término genérico usado para referirse a una serie de dígitos binarios consecutivos que son operados como una unidad, por ejemplo una unidad de 8 bits.
Byte-Oriented Protocol	Es una clase de protocolo de comunicación que usa un carácter específico del carácter de usuario enviado para delimitar frames. Estos protocolos han sido ampliamente remplazados por el "Bit Oriented Protocol".
Cable	Medio de transmisión de hilos o fibra óptica envueltos en una cubierta protectora.
Cable coaxial	Un cable consistente de un conductor cilíndrico externo que recubre a un conductor sencillo interno.
Canal	Una ruta de comunicación. Varios canales pueden ser multiplexados por un cable sencillo (línea) en ciertos ambientes. Este término también es usado para describir la ruta de acceso entre equipos periféricos conectados a una computadora.
Carrier (Portadora)	Una señal apropiada para modulación (para ser modulada) por otra señal conteniendo información a ser transmitida.
Circuito	Un enlace de comunicación entre dos o más puntos.
CO	"Central Office", Compañía telefónica local para la cual todos sus circuitos de conexión son para usuarios locales (Ej. Tel-Mex).
Comunicación	Transmisión de información.
Contención	Método de acceso donde los equipos de la red compiten por el derecho a acceder el medio físico.
Control de Errores	Técnica usada para asegurar que los datos transmitidos desde una estación son recibidos correctamente en otra estación.
COS	"Corporation for Open System". Es una organización que promueve el uso de protocolos basados en el esquema OSI, a través de la conformación de pruebas, certificaciones y actividades relativas.
CRC	"Cyclic Redundancy Check". Técnica de chequeo de error donde con el frame recibido se calcula un residuo dividiendo el contenido del frame por un divisor binario y compara el residuo calculado (el cual es a veces llamado CRC) con un valor almacenado en el frame por el nodo transmisor.

CTS	"Clear To Send". Circuito de la especificación RS-232 que es activado cuando el DCE esta listo para aceptar datos del DTE.
Data Set Ready (DSR)	Circuito de la interface RS-232 que es activado cuando el DCE es energizado o encendido y esta listo para su uso.
Data Terminal Equipmente DTE	Es la parte de una estación de datos que sirve como una fuente, destino o ambas y que esta provista con funciones de control para la comunicación de datos de acuerdo a un protocolo.
Data Terminal Ready DTR	Un circuito en RS-232 que es activado para permitir al DCE conocer cuando el DTE esta listo para enviar o recibir datos.
DCE	"Data Communication Equipment" Equipos y conexiones de una red de comunicaciones que conecta a la red los equipos terminales (DTE). Un modem puede ser considerado un DCE.
Demodulación	Proceso por el cual se retorna una señal modulada a su forma original. Los modems desarrollan una demodulación al tomar una señal analógica retornándola a su forma original (digital).
Devise (Equipo)	Una entidad que puede acceder una red (a veces se intercambia este termino por el de nodo).
Dial-Up Line	Circuito de comunicaciones que es establecido por la conexión de un circuito de switcheo usando la red telefónica pública.
Dirección física	Término a veces usado para referirse a la dirección del enlace para un equipo en una red. Contrasta con la dirección de la red o protocolo, la cuál es una dirección de un nivel o capa.
DSU Data Service Unit	Equipo usado en la transmisión digital para conectar un CSU a un DTE (CSU: "Chanel Service Unit").
EBCDIC	"Extended Binary Coded Decimal Interchange Code". Un código de 8 bits (carácter) desarrollado por IBM para la representación de datos en todos sus Main Frames y sistemas de computadoras.
EIA	"Electronic Industries Association". El grupo que especifica estardares de transmisión eléctrica. El estandar más conocido es el RS-232C.
Estándar "de facto"	Es un estándar usado el lugar de un decreto oficial; o bien es un estándar de default.
Fase	La localización de una porción en una onda alterna (formada por corriente alterna).
FCC Federal Comunication Commission	Agencia del gobierno (E.U.) que supervisa, licencia y controla estándares para transmisiones eléctricas y electromagnéticas.
FEP Front End Processor	Equipo o tarjeta con capacidades de interface a red para un equipo conectado a esa red. En SNA, típicamente un equipo IBM 3745.

Flow Control	Técnica para asegurar que la existencia de una transmisión no se interfiera con la recepción de datos.
Frame	Un agrupamiento lógico de información enviado como una unidad (formato) sobre el medio de transmisión.
Frecuencia	Medida en Hertz (Hz), el número de ciclos de una señal de corriente alterna en una unidad de tiempo.
Full Duplex	Capacidad para transmisión simultánea de datos en ambos sentidos.
Half Duplex	Capacidad de transmitir datos en sólo una dirección y a un tiempo.
Handshake	Secuencia de mensajes intercambiados entre dos o mas equipos de una red para asegurar la sincronización de la transmisión.
HDLC	High-level Data Link Control. Protocolo ISO estándar de bit orientado derivado del SDLC. HDLC especifica un método de encapsulamiento de datos en un serial síncrono de datos.
Hertz	Abreviado "Hz", una medida de frecuencia o ancho de banda. Representado en ciclos /segundos.
IEEE	"Institute of Electrical and Electronic Engineers". Organización profesional que define los estándares de redes.
ISDN	"Integrated Services Digital Network". Protocolos de comunicaciones propuestos por compañías telefónicas para permitir a las redes telefónicas transportar datos y voz.
Línea Dedicada	Una línea de comunicación que no es switcheda. Cuando esta línea no es propiedad del usuario (la renta a alguna compañía como Tel-mex), el término mas común es línea privada en México o "leased line", en Estados Unidos.
Línea Dedicada (2)	"Leased Line". Una línea de transmisión reservada para una portadora de comunicación para el uso privado de un cliente.
Línea Multipunto	También llamada "Multidrop Line", una línea de comunicaciones con varios puntos de acceso.
LU	"Logical Unit". Componente primario de SNA, una LU es un tipo de NAU que habilita a los usuarios para comunicarse entre ellos y obtener acceso a los recursos de una red SNA.
Microondas	Ondas electromagnéticas en el rango de 1 a 30 gigahertz.
Modulación	Proceso por el cual las características de una señal son transformadas para representar información.
NAU	"Network Addressable Unit". Término de SNA para una entidad direccionable. Ejemplos: PU's, LU's, etc.

NCP	"Network Control Program". En SNA, es el programa que enruta y controla el flujo de datos en un controlador de comunicaciones (en el cual reside) y otros recursos de la red.
NetView	Administrador de red en arquitecturas IBM y aplicaciones relacionadas.
Nivel de presentación	Nivel o capa 6 del modelo OSI. Este nivel es concerniente a la sintaxis de los datos intercambiados entre dos entidades en su aplicación.
Nivel de sesión	Nivel 5 del modelo OSI. Coordina la actividad de sesión entre aplicaciones, incluyendo: control de errores, control de diálogo, y procedimientos remotos de llamados.
Nivel de transporte	Nivel 4 del modelo OSI. El nivel de transporte es responsable de habilitar la comunicación entre nodos finales. Implementa el control de flujo y control de errores para asegurar la entrega de los datos.
Nodo	Término genérico para referirse a una entidad que puede acceder a una red.
NRM	"Normal Response Mode". Modo HDLC para uso en enlaces con un primario y uno o más secundarios. En este modo los secundarios sólo pueden transmitir si antes recibieron un poleo del primario.
NRZ	"Nonreturn to Zero (Unipolar)". Literalmente significa una polaridad, unipolar es la característica eléctrica fundamental de señales internas en equipos de comunicación digital. Contrasta con " <i>bipolar</i> ".
Nyquist	"Nyquist Sampling Theorem". Teorema de H. Nyquist que muestra que es posible reconstruir señales analógicas de muestras, si suficientes muestras son tomadas.
OSI	"Open System Interconnection". Programa de estandarización internacional, facilitado por OSI y CCITT para desarrollar estándares de datos en red que faciliten interoperabilidad de los equipos.
P/F	"Poll/Final bit". Un bit en el protocolo sincrónico que indica la función de un frame. Si el frame es un comando, un "1" en este frame indica un poleo. Si el frame es una respuesta, un "1" indica que el frame actual es el último frame de la respuesta.
Packet	Agrupación lógica de información que incluye un encabezado y (usualmente) datos del usuario.
PBX	"Private Branch Exchange". Conmutador telefónico con las premisas de un usuario.
Protocolo	Una formal descripción de un conjunto de reglas y convenciones que rigen el como los equipos en una red intercambian información.
PU	"Physical Unit". Un componente en SNA que maneja los recursos físicos de un nodo.
Puerto	Interface para conectar equipos a las redes o entre redes.
Radio célula	Una tecnología que usa radio transmisión para intercambiar datos (o bien puede ser voz). El servicio es provisto en una particular célula o área, con un transmisor de baja potencia.

Red (Network)	Conjunto de PC's u otros equipos que son capaces de comunicarse entre ellos a través de algún medio de la misma red.
Repetidor	Equipo que regenera y propaga señales eléctricas o de radiofrecuencia en una red o entre redes.
RF	Radio Frecuencia. Término genérico que se refiere a aquellas frecuencias que corresponden a la radio transmisión. Ejemplos: TV y redes de banda ancha que usan tecnología RF.
RS-232C	Es una interface para en nivel físico muy popular. Virtualmente idéntica a la especificación V.24
RTS	"Request To Send". Una señal de control en un RS-232C que realiza el requerimiento de transmisión de datos en una línea de comunicación.
Ruido (Noise)	Señales indeseables en un canal de comunicaciones.
SDLC	"Synchronous Data Link Control". Es un protocolo de bit sincrónico del que han derivado varios protocolos tales como el HDLC y LAPB (desarrollado por IBM).
Sincronización	Establecimiento de un reloj común entre el transmisor y el receptor.
SNA	"System Network Architecture". Una amplia y complejo diseño de arquitectura de red desarrollado por IBM en los años 70's.
Telecomunicaciones	Término que se refiere a las comunicaciones sobre líneas telefónicas. (usualmente involucran sistemas con computadoras).
Topología	Arreglo físico de los nodos de una red.
Transmisión Analógica	Transmisión de señal, sobre hilos (alambres), o a través del aire, donde la información es transmitida a través de variaciones en alguna combinación de amplitud, frecuencia o fase de las señales.
Transmisión Asíncrona	Operación de una red en la cual los eventos ocurren sin algún reloj. En dicho sistema, caracteres individuales son usualmente encapsulados en un bit de control llamado "start" inicio y "stop" paro, los cuales definen el principio y fin de un carácter.
V.24	Interface común de el nivel de enlace físico usada en muchos países. Muy similar a EIA-232D y al 232C.
X.25	Es un estándar de la CCITT que define el formato de los paquetes para la transferencia de datos en una red pública de datos. Muchos usan este estándar para proveer acceso a terminales remotas.

## **Bibliografía**

### **Electromagnetismo**

John D. Kraus.

Primera edición en español 1986

Editorial Mc. Graw Hill

pp. 5, 59, 415, 531, 546, 660, 676, 702.

### **Antenas, líneas de transmisión y medición de sus parámetros.**

Ing. Adolfo Carmona Guillén

Editado por la ESIME 1989.

pp. 117, 276.

### **Introducción a la teoría y sistemas de comunicación.**

B. P. Lathi

Editorial Limusa 1990.

pp. 209.

### **Electromagnetismo.**

I. S. Grant, W. R. Phillips.

Editorial Limusa 1979.

pp. 407, 473.

### **Teoría Electromagnética.**

W. H. Hayt.

Editorial Mc. Graw Hill 1979.

pp. 29

### **Sistemas de comunicación**

B. P. Lathi

Editorial Interamericana 1986.

pp. 284

### **Modems y Servicios en Línea**

Sherry Kinkoph

Editorial Prentice Hall 1995.

pp. 25-37

**Diebold 1000 System**  
**SDLC/SNA (LU.T0).**  
Protocol Manual  
Editado por Diebold Incorporated 1988.

**“X.25: The PSN CONNECTION”**  
An explanation of recommendation X.25  
Editado por Hewlett Packard 1985.  
pp. 1-1, 2-1, 2-5.

**Red Celular de Radiopaquetes**  
Manual de Usuario.  
Editado por Kb/TEL Telecomunicaciones.  
Versión 2.1 1997.

**Diario Oficial de la Nación.**  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
Miércoles 07 de Junio de 1995.

**Electronic Measuring Instruments.**  
Anritsu Wilton.  
Editado por Electrónica 2000 1997.

**Comunicación electrónica**  
Teoría y 175 problemas resueltos  
Lloid Temes  
Editorial Mc. Graw Hill  
Series Schaum 1987.  
pp. 28, 99, 120

**Fundamentos de la teoría electromagnética**  
Reitz - Milford  
Editorial UTEHA 1989.  
pp. 249, 346

**Datamover 2000**  
“Radio Communication Device”  
Manual de usuario  
Editado por Comptek Telecommunication 1994.

**SYSTEM III**

"Intelligent Radio Modem" (IRM)

Reference Manual

Editado por Aria Wireless System 1997.

**MDS 4310**

350 - 512 MHZ Radio Transceiver

Installation, Operation & Field Maintenance

Editado por Microwave Data System 1994.

**Datatest 2 Plus**

Operator's Manual

Navtel (Data line Monitor)

Editado por NAVTEL Canada Inc. 1988.

**SDLC / SNA**

"Rom Pack Manual"

Manual de Usuario

Protocol Monitor

Editado por Electrodata Inc. 1995.